qQE
872
A8D18
Birds

Smithsonian Institution
Libraries

Alexander Wetmore
1946 *Sixth Secretary* 1953

A. Wetmore

Z-11

PALÆONTOLOGISCHE ABHANDLUNGEN.

H. G. Seeley.

HERAUSGEGEBEN

VON

W. DAMES UND E. KAYSER.

ZWEITER BAND.

HEFT 3.

Inhalt.

W. Dames. Ueber Archaeopteryx.

MIT 1 TAFEL UND 5 HOLZSCHNITTEN.

BERLIN.
DRUCK UND VERLAG VON GEORG REIMER.
1884.

SOLD BY
WHELDON & WESLEY, LTD.
2, 3 & 4, ARTHUR STREET.

9 a-
872
.A8D18
Birds

PALÆONTOLOGISCHE ABHANDLUNGEN

HERAUSGEGEBEN VON

W. DAMES UND E. KAYSER.

ZWEITER BAND. HEFT 3.

H. G. Seeley

UEBER ARCHAEOPTERYX

VON

W. DAMES.

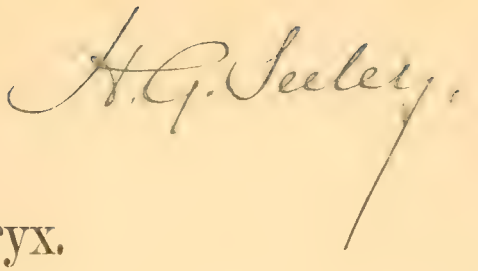
MIT 1 TAFEL UND 5 HOLZSCHNITTEN.

BERLIN.

DRUCK UND VERLAG VON G. REIMER.

1884.

SMITHSONIAN LIBRARIES



Ueber Archaeopteryx.

Von

W. DAMES in Berlin.

I. Einleitung und Historisches.

Nachdem im Jahre 1860 eine einzelne Feder und bald darauf (1861) ein nahezu vollständiges Skelet eines mit Federn versehenen Thieres in den Solenhofener Steinbrüchen entdeckt worden war, sind mehr als anderthalb Decennien vergangen, ehe fernere Reste dieser in der Wissenschaft Epoche machenden, *Archaeopteryx* benannten Geschöpfe gefunden wurden. Erst im Jahre 1877 stiess man auf ein zweites Skelet, welches in den lithographischen Schiefern auf dem Blumenberg bei Eichstätt im Dürr'schen Steinbruch lag, während das erste aus der etwa $3^1/_2$ Wegstunden davon entfernten Langenaltheimer Haardt bei Pappenheim stammt. Es ist das zu betonen, weil hin und wieder wohl die Ansicht geäussert wurde, es möchten bestimmte Schichten oder bestimmte Localitäten vornehmlich als Fundstätten anzusehen sein. Nach den obigen, von Herrn E. Häberlein mitgetheilten Nachrichten bestätigt sich diese, an und für sich schon unwahrscheinliche Annahme nicht. — Bald nachdem das zweite Exemplar durch den Steinbruchbesitzer Dürr gefunden war, gelangte es in den Besitz des Herrn E. Häberlein und wurde von ihm, der im Praepariren von Solenhofener Petrefacten so wohl erfahren ist, von der umgebenden Gesteinsmasse befreit, d. h. es wurde sorgfältig die das Skelet von oben bedeckende Platte entfernt, und nun zeigte es sich, dass dieses zweite Exemplar in vieler Beziehung das zuerst gefundene an Vollständigkeit der Erhaltung übertraf. Vor Allem erregte es in den weitesten Naturforscherkreisen Interesse, dass der Kopf vorhanden war und in seinen Kiefern kleine Zähne erkennbar wurden; und ferner liessen die bis in's kleinste Detail erhaltenen und völlig in natürlicher Lage befindlichen Vorderextremitäten manche wünschenswerthe Ergänzung zu dem bereits Bekannten erwarten. — Dass dadurch bei vielen Sammlungsvorständen der Wunsch überaus rege wurde, dieses ungewöhnlich werthvolle Exemplar zu erwerben, ist selbstverständlich. Um nun zunächst zu verhindern, dass auch dieses Exemplar, wie das erstgefundene und an das British Museum verkaufte, in's Ausland gelangen könnte, schloss Herr Dr. O. Volger, Obmann des Freien Deutschen Hochstifts in Frankfurt am Main, mit Herrn Ernst Häberlein einen Contract ab, nach welchem letzterer, sich sein Eigenthum vorbehaltend, das Exemplar dem Freien Deutschen Hochstift „zum Zwecke der Vermittlung des Ankaufes für das Freie Deutsche Hochstift selbst, oder irgend eine andere deutsche Körperschaft oder Anstalt für die Dauer von 6 Monaten“ übergab. In demselben Contract wurde ferner stipulirt, dass das Freie Deutsche Hochstift die Verpflichtung übernahm, „Niemandem eine Veränderung der Platte, sowie auch weder die Herstellung eines Abgusses oder Abdruckes oder einer sonstigen Abformung, auch keine Abzeichnung, Photographie oder sonstige bildliche Vervielfältigung zu gestatten“. Während der Zeit, wo das Exemplar im Freien Deutschen Hochstift aufbewahrt wurde, ist es zu-

gleich mit einer umfangreichen Sammlung Solenhofener Petrefacten mancher einheimischen Sammlung und auch dem Deutschen Reich für 36000 Mark zum Kauf angeboten worden. Da letzteres als solches keine Sammlung besitzt, konnte es die werthvolle Platte nicht erwerben, und da anderwärts die Mittel zum Ankauf nicht vorhanden oder disponibel waren, so liefen die sechs Monate ab, ohne dass der im Contract angestrebte Zweck erreicht worden wäre. Prolongationen desselben, erst auf drei Monate, dann auf unbestimmte Zeit, führten auch nicht zum Ziel, und so sah sich Herr E. Häberlein genöthigt, den Verkauf persönlich zu betreiben[1]). Er brachte Anfang December sein Eigenthum nach Pappenheim zurück und wendete sich an mehrere Museen, so an das Genfer, das Münchener und schliesslich auch an das Berliner, nachdem die beiden erstgenannten und andere aus Mangel an Mitteln die Erwerbung hatten ablehnen müssen. — Als dem königl. preussischen Cultusministerium der Antrag auf Ankauf der Sammlung, zu welcher die *Archaeopteryx* gehörte, nunmehr unter Reduction des Preises auf 26000 M., zugegangen war, beauftragte dasselbe Herrn Geheimrath Professor Dr. E. Beyrich, Director des königl. mineralogischen Museums hiesiger Universität, sich nach Pappenheim zu begeben und nach Besichtigung der Sammlung über dieselbe Bericht zu erstatten. Zu derselben Zeit (Anfang April 1880) hatte Herr Geheimrath Dr. Werner Siemens Kenntniss davon erhalten, um ein wie wissenschaftlich hochwichtiges Object es sich hierbei handele, und, dass seitens des Besitzers mit einigen Sammlungsvorständen des Auslandes Verhandlungen angeknüpft seien, welche nicht erfolglos zu werden versprachen, dass also, wenn die zweitgefundene *Archaeopteryx* einer deutschen Sammlung erhalten bleiben sollte, Gefahr im Verzuge sei. Er fasste deshalb den hochherzigen Entschluss, das betreffende Stück für den geforderten Preis von 20000 M. zunächst für sich privatim anzukaufen und es dann der königl. preussischen Staatsregierung behufs Erwerbung zur Verfügung zu stellen. So kam die *Archaeopteryx* nach Berlin in den Privatbesitz des Herrn Siemens, aus welchem sie dann nach kurzer Zeit gegen Erstattung der von ihm gezahlten Summe in den des Staates überging. Dieser überwies sie dem königl. mineralogischen Museum der Berliner Universität, in welchem sie seitdem aufbewahrt wird[2]).

Wenn die Geschichte des Ankaufs hier ausführlicher gegeben ist, als das nöthig zu sein scheint, so geschah es, weil seiner Zeit über dieselbe eine wahre Fluth von unwahren oder entstellten Nachrichten in vielen öffentlichen Blättern Verbreitung fand. Man war es eben nicht gewohnt, dass für eine einzelne Versteinerung eine Summe von 20000 M. verausgabt wird; und durch die Seltenheit des Falles wurden jene falschen Gerüchte hervorgerufen. Demgegenüber schien es mir wünschenswerth, dieselben durch eine authentische Darlegung des Sachverhalts zu berichtigen.

Die Abhandlung von R. Owen[3]), welche der Beschreibung des Londoner Exemplars der *Archaeopteryx* gewidmet ist, wird stets die Grundlage für die Kenntniss des Bau's derselben abgeben. Was vor ihrem Erscheinen darüber veröffentlicht worden ist, ist durch R. Owen überholt und beseitigt und hat nur historisches Interesse. Ihr Inhalt wird in der vorliegenden Abhandlung so ausführlich zu behandeln sein, dass auf eine Inhaltswiedergabe füglich verzichtet werden kann. Es sei nur bemerkt, dass Owen in dieser Abhandlung das Londoner Exemplar als auf dem Rücken liegend geschildert hat, während es in der That auf dem Bauche liegt, und dass also alles, was er rechts nennt, in Wahrheit links ist, die von ihm als Innenseiten der Knochen angesehenen Flächen in der That die Aussenseiten sind, und umgekehrt. Als ich bei der Bearbeitung des Berliner Exemplars und durch Vergleich zwischen ihm und dem Londoner diese Beobachtung machte, fiel

[1]) Das Obige habe ich einem Artikel des Herrn C. Vogt in der Frankfurter Zeitung vom 15. Mai 1879 entnommen, auf welchen mich Herr E. Häberlein mit dem Bemerken verwies, dass derselbe die Ankaufsangelegenheiten authentisch richtig wiedergebe.

[2]) Einige Zeit später wurde vom Staat auch die mit der *Archaeopteryx* zusammen angebotene Sammlung Solenhofener Petrefacten erworben.

[3]) On the *Archaeopteryx* of von Meyer, with a description of the fossil remains of a long-tailed species, from the lithographic stone of Solenhofen. — Philosophical Transactions of the Royal Society. 1863.

mir ein, dass mein leider zu früh verstorbener Freund W. Kowalewsky, noch bevor das zweite Exemplar überhaupt aufgefunden war, mündlich schon Aehnliches über die Owen'sche Beschreibung mitgetheilt hatte. Ich habe mich aber vergeblich in der englischen Literatur umgesehen, um etwas hierauf bezügliches aufzufinden, und auch mehrere, an englische Fachgenossen gerichtete Fragen hatten keinen Erfolg. Dass aber auch schon vor mir andere Forscher dieselbe Beobachtung gemacht haben, geht z. B. aus der Fussnote einer von A. Rosenberg veröffentlichten Arbeit[1]) hervor, in welcher die Verwechselung von rechts und links einem Lapsus calami zugeschrieben wird. Ferner theilte mir Herr Professor Dr. O. C. Marsh im August vorigen Jahres mündlich mit, dass auch er schon vor längerer Zeit dieselbe Beobachtung gemacht habe. — Trotz dieses von Owen begangenen Irrthums wird die musterhaft genaue und klare Beschreibung, wie erwähnt, stets Ausgangspunkt für die weitere Kenntniss von *Archaeopteryx* sein. — Eine Ergänzung der Owen'schen Abhandlung verdanken wir John Evans[2]), welcher die Aufmerksamkeit auf einige kleine Schädelreste lenkte, welche er neben dem Skelet auf der Schieferplatte entdeckt hatte. Er deutete sie für einen Theil des Hirnschädels, resp. dessen Ausfüllung durch Gesteinsmasse, und für ein Kieferfragment mit Zähnen. Es wird sich zeigen, dass beide Deutungen wohl gerechtfertigt waren, obwohl Owen sich ziemlich ablehnend dagegen verhält. Die kleine Arbeit von J. Evans war während des Druckes der Owen'schen Abhandlung erschienen und findet nur in der Tafelerklärung derselben Erwähnung. In Bezug auf die Ausfüllung der Hirnschale scheint Owen zwar die Evans'sche Ansicht zu adoptiren, das Kieferfragment mit Zähnen aber ist er einem Fisch zuzuschreiben geneigt. — So oft und so viel nun auch nach dem Erscheinen der Owen'schen Abhandlung von den Eigenthümlichkeiten der *Archaeopteryx* gesprochen und geschrieben ist, so ist doch kein Aufsatz mehr veröffentlicht worden, welcher sich allein mit diesem Object beschäftigte, sondern es sind gelegentlich anderer, namentlich entwicklungsgeschichtlicher Untersuchungen Besprechungen desselben zahlreich vorhanden. Ich unterlasse es hier, wo ich nur das aus der umfangreichen Literatur herausnehme, was sich speciell auf *Archaeopteryx* bezieht, um so eher auf jene Literatur einzugehen, als sich dazu in dem Abschnitt, welcher die Beziehungen der *Archaeopteryx* zu anderen Wirbelthieren darzulegen bestimmt ist, noch ausreichend Gelegenheit finden wird. — Ist somit die auf *Archaeopteryx* speciell und ausschliesslich bezügliche Literatur für das zuerst gefundene Exemplar nicht zahlreich, so ist sie es ebensowenig betreffs des zweiten. Doch lässt sich hierüber schon eine etwas grössere Zahl von Arbeiten namhaft machen. Wenn man von den in vielen Tagesblättern und in periodisch erscheinenden Journalen, namentlich zur Zeit der Auffindung des zweiten Exemplars erschienenen Artikeln absieht, welchen ein wissenschaftlicher Werth, soweit sie mir bekannt geworden sind[3]), sammt und sonders nicht beizumessen ist, so ist die erste Abhandlung über das zuletzt gefundene Exemplar der *Archaeopteryx* diejenige von C. Vogt, zugleich die wichtigste und umfangreichste, welche bisher veröffentlicht wurde.

C. Vogt hatte das Exemplar, nachdem es E. Häberlein von Frankfurt am Main wieder nach Pappenheim zurückgebracht hatte, kurze Zeit im Original studirt und diese Studien durch die der Photographie vervollständigt. Gelegentlich der allgemeinen Versammlung der schweizer Naturforscher zu Glarus im Jahre 1879 trug er die Resultate seiner Studien vor und veröffentlichte sie später in der Revue scientifique[4]). Diese Abhandlung enthält zunächst eine Beschreibung des Stückes und daran anknüpfend eine aus-

[1]) A. Rosenberg. Ueber die Entwicklung des Extremitätenskeletes bei einigen durch Reduction ihrer Gliedmassen charakterisirten Wirbelthieren. — Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie. Bd. 23. 1872. pag. 43.

[2]) On portions of a cranium and a jaw in the slab containing the fossil remains of the *Archaeopteryx*. — Natural history review. Bd. 5. 1865. pag. 415 ff.

[3]) Herr E. Häberlein hat alle ihm damals bekannt gewordenen Zeitungs-Artikel über *Archaeopteryx* gesammelt und mir das stattliche Convolut freundlichst geliehen, so dass sich die oben ausgesprochene Kritik auf eine ansehnliche Zahl solcher Artikel ausdehnt.

[4]) L'*Archaeopteryx macroura*. Un intermédiare entre les oiseaux et les reptiles. — La Revue scientifique de la France et de l'Étranger etc. 2. Série. 9. Année. 1879. Nr. 11. pag. 241 ff.

führliche Discussion über die Eigenart der verschiedenen Skelettheile. Das Resultat ist, dass *Archaeopteryx* ein Thier darstelle, bei welchem Kopf, Hals, Rumpf mit den Rippen, Schwanz, Brustgürtel und die ganze Vorderextremität ganz wie bei den Reptilien gebildet sei; das Becken soll mehr mit dem der Reptilien, als mit dem der Vögel Beziehungen haben; die Hinterextremität sei die eines Vogels. Es herrschen also die Homologieen mit den Reptilien nach jeder Richtung hin im Skeletbau vor, und somit ist für den Autor die Frage überflüssig, ob *Archaeopteryx* ein Vogel oder ein Reptil sei: sie ist weder das eine noch das andere; sie stellt einen der charakteristischsten Zwischentypen dar und bestätigt in eclatanter Weise die Huxley'sche Ansicht, welcher unter der Bezeichnung „*Sauropsida*" Reptilien und Vögel zu einer grossen Wirbelthier-Abtheilung vereinigt hat. Den Schluss der Abhandlung bilden Speculationen allgemeinerer Art über die Abhängigkeit oder Unabhängigkeit des Flugvermögens vom aufrechten Gang und über die Beziehung der Dinosaurier zu den Vögeln. C. Vogt theilt die Ansicht, dass die ersteren die Stammeltern der letzteren seien, nicht. — Da auf alle Einzelheiten dieser bedeutsamen Abhandlung weiter unten ausführlich einzugehen sein wird, möge an dieser Stelle die obige kurze Inhaltswiedergabe genügen. — Einige Zeit nach dem Erscheinen der Vogt'schen Abhandlung veröffentlichte Seeley[1]) eine Kritik derselben. Auch Seeley hatte nur eine Photographie studiren können, aber es genügte ihm dieses Studium, um die Auffassung C. Vogt's über die meisten Skelettheile zu widerlegen und namentlich die seiner Ansicht nach übertriebene Reptil-Aehnlichkeit auf ihr thatsächliches Maass zurückzuführen. — Bald darauf erschien eine zweite kurze Arbeit von demselben Autor[2]), in welcher er an Ausmessungen der beiden Exemplare von *Archaeopteryx* den Nachweis zu führen versucht, dass sie verschiedenen Arten, möglicherweise sogar verschiedenen Gattungen angehören, während er kurz vorher auf der British association for the advancement of science in York 1881 noch ausgesprochen hatte, dass das Berliner Exemplar wahrscheinlich der Typus einer besonderen Familie der saururen Vögel sei. Die dem letzterwähnten Aufsatz beigegebene Tafel enthält eine sehr wenig gelungene, nach der Photographie verkleinerte Lithographie des Berliner Exemplars. — In derselben Versammlung zu York hielt auch O. C. Marsh, nachdem er in London, Berlin und München die dort befindlichen Exemplare von *Archaeopteryx* und *Compsognathus* einer genauen Untersuchung unterworfen hatte, einen Vortrag über jurassische Vögel und ihre Verwandten, in welchem er folgende, für *Archaeopteryx* bis dahin noch neue Merkmale derselben mittheilt[3]): Das Vorhandensein von wirklichen Zähnen; biconcave Wirbel; ein wohlossificirtes, breites Sternum; nur 3 Finger an der Hand, alle mit Krallen; die Beckenknochen getrennt; das distale Fibula-Ende vor der Tibia; Metatarsalia getrennt oder unvollkommen vereinigt. Nach ihm ist *Archaeopteryx*, wenn überhaupt ein Vogel, wie er allerdings annimmt, sicher der reptilien-ähnlichste Vogel. Durch die grosse Verschiedenheit der 4 bekannten ältesten Vögel (also der Jura- und der Kreide-Formation) wird Marsh zu der Ansicht gebracht, dass man für die primitiven Vogelformen bis zur palaeozoischen Zeit wird zurückgehen müssen. — In demselben Jahre (1881) liess der schon erwähnte John Evans seine im Jahre 1865 veröffentlichte Mittheilung über Hirnschale und Kiefer von *Archaeopteryx* in einem Wiederabdruck erscheinen[4]), dem er eine Einleitung beifügte, welche auf das von ihm gelegentlich eines Aufenthaltes in Berlin im Original untersuchte zuletzt gefundene Exemplar Bezug hat. Er glaubte zu beobachten, dass die an der Tibia befindlichen Federn genau dieselbe Beschaffenheit hätten, wie die Schwungfedern der Flügel, und zog hieraus den Schluss, dass diese Federn wohl auch mit zum Fluge gedient haben könnten, dass *Archaeopteryx* also — kurz gesagt — mit Armen und Beinen geflogen sei. — Die neueste über die Berliner *Archaeopteryx* erschienene Arbeit rührt von mir selbst her; sie entstand, als ich mich an das

[1]) Professor Carl Vogt on the *Archaeopteryx*. — The Geological Magazine. 1881. pag. 300 ff.

[2]) On some differences between the London and Berlin specimens referred to *Archaeopteryx*. — The Geological Magazine. 1881. pag. 454 ff. t. 12.

[3]) Jurassic birds and their allies. — Ibidem pag. 485 ff.

[4]) Erschienen 1881 in London bei J. S. Virtue and Company (Limited 26, Ivy Lane, Pater noster row) als besondere Brochure.

Studium der Originalplatte begab und wahrnahm, dass der vordere Theil des Kopfes noch unter der Gesteinsmasse verborgen war. Durch sorgfältiges Präpariren gelang es, ausser den beiden, schon vorher sichtbaren seitlichen Oeffnungen am Schädel noch eine dritte blosszulegen, welche das Nasenloch darstellt. Ferner kam eine bedeutend grössere Anzahl von Zähnen zum Vorschein, und zuletzt konnte nachgewiesen werden, dass diejenige Partie, welche C. Vogt in seiner oben angeführten Abhandlung als die zusammengewachsenen Coracoiden gedeutet hatte, in Wahrheit nicht Knochen, sondern Gesteinsmasse sei. Diese drei Beobachtungen stellte ich in einer kurzen Mittheilung zusammen, welche Herr Dr. J. Ewald der königl. Akademie der Wissenschaften im Juli 1882 vorzulegen die Güte hatte[1]). — Damit ist die Reihe derjenigen Schriften, welche über die Berliner *Archaeopteryx* ganz oder grösstentheils ausschliesslich handeln, beendigt. Hier kam es nur auf eine kurze Inhaltsangabe an; die Discussion und Kritik der darin niedergelegten Beobachtungen und Ansichten ist in den folgenden Abschnitten gegeben.

Nachdem die *Archaeopteryx* für den preussischen Staat, resp. für das königl. mineralogische Museum erworben war, wurde mir seitens seines Director's, Herrn Geheimrath Beyrich, der ehrenvolle Auftrag zu Theil, die genauere Untersuchung behufs Veröffentlichung vorzunehmen. Wenn seitdem eine verhältnissmässig lange Zeit vergangen ist, so wolle man zur Entschuldigung dafür in Erwägung nehmen, dass ich mit langwierigen und für mich schwierigen Vorstudien zu beginnen hatte, ehe ich die Untersuchung des Exemplars selbst erfolgreich beginnen konnte. Hatte mich auch das Studium der fossilen Wirbelthiere schon seit einigen Jahren besonders angezogen, so war mir doch bis dahin keine Gelegenheit gegeben worden, mich speciell mit dem Skeletbau und der Anatomie der Vögel zu beschäftigen. Auch war es nothwendig zur Besprechung der so wichtigen Fragen über die Verwandtschaftsverhältnisse der Reptilien und Vögel wenigstens einen Ueberblick über die gewaltig umfangreiche Literatur auf dem Gebiete der vergleichenden Anatomie, so weit sie hier in Betracht kommt, zu gewinnen. Alles das zusammengenommen hat das Erscheinen dieser Abhandlung bis jetzt verzögert.

Bevor ich nunmehr zur Sache selbst übergehe, unterlasse ich nicht, denjenigen Herren, welche mich auf irgendwelche Weise bei der Untersuchung der *Archaeopteryx* unterstützt haben, meinen ehrerbietigsten und verbindlichsten Dank zu sagen. In erster Reihe gebührt er Herrn Beyrich, der mir vertrauensvoll die Bearbeitung unseres werthvollsten Sammlungsschatzes übertrug, und Sr. Excellenz dem Minister für geistliche, Unterrichts- und Medicinalangelegenheiten, Herrn Dr. von Gossler, der mir zu einer Reise nach London eine namhafte Unterstützung gewährte und es so ermöglichte, dass die vorliegende Arbeit den Grad der Vollständigkeit erreichen konnte, den sie besitzt. In London fand ich die zuvorkommendste Freundlichkeit seitens der Herren R. Owen, F. R. S. etc. und H. Woodward, F. R. S. etc., welche mir in liberalster Weise das Studium des dortigen Exemplars gestatteten. Ich nenne ferner die Herren G. Fritsch, Hilgendorf, von Martens in Berlin, Fürbringer in Amsterdam, Th. Studer in Bern als diejenigen, welche mich theils durch mündliche Belehrung, theils durch Hinweise auf Literatur in meinen Arbeiten gefördert und unterstützt haben. Ihnen allen auch an dieser Stelle nochmals mein wärmster Dank!

[1]) Ueber den Bau des Kopfes von *Archaeopteryx*. — Sitzungsberichte der königl. preussischen Akademie der Wissenschaften zu Berlin. Nr. 38. 1882. pag. 817 ff.

II. Beschreibung des in der Berliner Sammlung befindlichen Exemplares.

1. Lage und Erhaltung.

Das Skelet liegt in fast ungestörter Verbindung der einzelnen Theile auf einer etwa 460 mm langen und 380 mm breiten Platte Solenhofener Schiefers. Die Vorderextremitäten sind mit dem Schultergürtel in natürlicher Verbindung, wie auch in ihren einzelnen Theilen untereinander. Die beiden Humeri sind von ihrer dorsalen Seite sichtbar, von der Gelenkstelle mit der Scapula etwas rückwärts gewendet. Die Unterarme sind in spitzem Winkel von dem distalen Ende der Humeri nach vorn gebogen und liegen auf der Seite, so dass die vorderen Flächen sichtbar werden. Ebenso liegen die Carpalknochen, die Metacarpalien und die Finger auf der Seite. Diese letzteren gehen von dem Unterarm in nahezu rechtem Winkel ab; der erste Finger ist unter sehr spitzem Winkel von den beiden anderen abgebogen, auf der rechten Seite etwas stärker als auf der linken, der mittlere Finger legt sich auf beiden Seiten über den dritten, jedoch so, dass die Metacarpalien und die ersten Phalangen denen des zweiten Fingers parallel laufen und erst die letzten Phalangen sich unter die des genannten Fingers schieben. Die beiden Scapulae, von denen die linke nur etwa zur Hälfte ihrer Länge, die rechte dagegen, abgesehen von einigen Verletzungen, in ihren Dimensionen völlig zu beobachten ist, sind parallel mit einander rückwärts gewendet und bilden mit den Humeri einen rechten (auf der linken Seite) oder einen etwas spitzeren Winkel (auf der rechten Seite). Von dem Schultergürtel sind Spuren der Coracoiden erhalten, rechts noch in natürlicher Lage zur Scapula, während das linke Coracoid etwas nach rechts neben die betreffende Scapula gedrückt ist. Von der Furcula ist nur ein kleines Bruchstück, welches auf das proximale Ende des linken Humerus geschoben ist, erhalten. Von dem Sternum ist nichts zu sehen; doch ist es sehr wahrscheinlich, dass es noch in der Platte liegt, da ja alle Skelettheile im Zusammenhang erhalten blieben. — Wäre das Skelet in völlig natürlicher Lage erhalten, so müsste die Wirbelsäule zwischen den beiden Schulterblättern hindurch nach vorn gerichtet sein. Das ist aber nicht der Fall. Sie ist nach links von dem Schultergürtel abgedrückt und bildet in ihrem vorderen Theil, also mit der Halsregion, einen nach hinten offenen Halbkreis hinter dem linken Humerus. Vorn befindet sich der Kopf, welcher völlig auf der rechten Seite liegt und dadurch die Profillinie klar erkennen lässt. Der Unterkiefer ist in der natürlichen Lage des geschlossenen Schnabels etwas schräg nach aussen und hinten gewendet. Ungefähr da, wo sich die Wirbelsäule über das distale Ende der linken Scapula gelegt hat, ist die Grenze zwischen Hals- und Rückenwirbeln. Die erste Hälfte der Rückenwirbel liegt in gerader Linie etwas schräg von aussen nach innen und geht mit flacher Curve in den hinteren Theil über, der ziemlich genau in der Längsaxe des Thieres liegt. Zwischen den Rückenwirbeln, dem rechten Humerus und dem rechten Femur liegen die Rippen, nicht mehr sämmtlich im Zusammenhang mit den Wirbeln, aber sie z. Th. berührend. Einzelne proximale Rippenenden sind auch unter der Wirbelsäule hindurch auf die linke Seite derselben geschoben. Zwischen (und z. Th. unter) den distalen Rippenenden und dem hinteren Rande des rechten Humerus liegen zahlreiche, sich in spitzem, nach hinten geöffnetem Winkel kreuzende Bauchrippen. — Vom Becken ist nur ein Theil des praeacetabularen Fortsatzes der Ilia sichtbar. Zwar hat der Versuch des Blosslegens der übrigen Beckentheile gezeigt, dass in der That mehr davon erhalten ist, und zwar vermuthlich das ganze Becken in allen seinen Theilen, es musste aber von einem weiteren Praepariren dieser Theile abgesehen werden, weil gerade an dieser Stelle die Gesteinsplatte besonders und auffallend hart ist, dann aber an der Stelle, wo die Schwanzwirbel sichtbar werden, eine mit Gyps ausgefüllte Oeffnung erkennen liess, dass die Platte zugleich sehr dünn ist und somit der Versuch, das Becken freizulegen, die Gefahr, dieselbe zu

zertrümmern entstehen liess. — Wie die Wirbelsäule und der Kopf, so liegen auch das Becken und die Hinterextremitäten auf der rechten Seite. Am vollständigsten ist die rechte Hinterextremität sichtbar. Das Femur derselben ist unter nahezu rechtem Winkel nach aussen rechts gewendet. Von seinem distalen Ende geht die Tibia unter einem Winkel von etwa 80° nach hinten und innen ab. Der Tarsometatarsus schliesst sich in natürlicher Lage an die Gelenkung mit der Tibia an und macht mit letzterer einen kaum stumpfen Winkel. An dem rechten Fuss sind nur die beiden äusseren Zehen (III. und IV.) erhalten, von denen der vorletzte in fast gerader Verlängerung des Tarsometatarsus von diesem abgeht, kaum merklich abwärts gebogen; die äussere Zehe liegt in sehr spitzem Winkel zur vorletzten. Da das Becken und das Kniegelenk der linken Hinterextremität durch Gesteinsmasse verdeckt sind, ist vom Femur derselben nur ein Stück des mittleren Theils von der Innenseite sichtbar, welches zeigt, dass dies Femur in viel spitzerem Winkel vom Becken abgeht als das rechte. Die linke Tibia liegt, wie die rechte zu ihrem Femur, nahezu im rechten Winkel zum linken Femur und ist bis auf das durch Gesteinsmasse verdeckte proximale Ende bis zum distalen völlig freigelegt, so dass die innere Seite zu beobachten ist. Der linke Tarsometatarsus ist durch Verletzung der Platte am proximalen Theil theils nicht erhalten, theils auch durch Gesteinsmasse verdeckt, geht im rechten Winkel von der Tibia ab und lässt die drei inneren Zehen an seinem distalen Ende beobachten. Von diesen liegen die zweite und dritte in fast gerader Fortsetzung des Tarsometatarsus parallel nebeneinander; die dritte ist bis zur Endphalanx völlig entblösst, während die zweite das distale Ende der vorletzten und die Krallen-Phalanx noch unter der Gesteinsmasse verbirgt. Die erste oder innere Zehe geht in spitzem Winkel von dem Tarsometatarsus ab, ist aber an ihrem distalen Ende nur undeutlich erhalten. — Die Reihe der Schwanzwirbel ist, bis auf die dem Becken zunächst gelegenen, vollkommen erhalten. Die Wirbel verlaufen in einer sehr flachen, nach links convexen Curve und, in ungestörter Verbindung mit einander, einen sehr stumpfen Winkel mit dem hinteren Theil der Rückenwirbel bildend etwas nach links, hinten und aussen dicht am distalen Ende der linken Tibia vorbei. Auch sie liegen auf der linken Seite. — Von dem Federkleide sind zunächst die beiden Flügel völlig ausgebreitet mit ihren äusseren Conturen blosgelegt und befinden sich in der natürlichen Anordnung zu Ulna und Manus. Ferner sind kleinere Federpartieen in der Halsregion, vor dem rechten Humerus nahe dem Handgelenk der rechten Extremität wahrzunehmen. Ferner sind auf beiden Seiten der rechten Tibia Federn deutlich zu beobachten und undeutlicher auch an der linken Tibia. Die Schwanzfedern gehen rechts und links von den Schwanzwirbeln ab, sind aber auf der rechten Seite der Wirbelsäule nur in der hinteren Hälfte erhalten, auf der linken dagegen in der ganzen Ausdehnung des Schwanzes. Das äusserste Ende der Schwanzfedern fehlt. Hier war die Platte abgebrochen, und es ist nun ein Stück einer anderen des Formates wegen eingefügt.

Die Erhaltung im Allgemeinen ist eine vorzügliche, namentlich lassen die Theile der Vorderextremitäten kaum etwas zu wünschen übrig. Aber doch ist für das Studium im Einzelnen einerseits die durch das von Herrn Häberlein in sorgfältigster und kunstgerechtester Weise vorgenommene Abheben der Gegenplatte erfolgte Zerspaltung einzelner Knochen hinderlich, dann auch namentlich die Ausfüllung der Knochen oder die Incrustirung derselben mit Kalkspath, weil dadurch die Conturen mehrfach recht undeutlich geworden sind. Unter diesen Mängeln leidet namentlich das, was vom Schultergürtel erhalten ist, ferner die Halswirbelsäule, die Carpalien u. a. — Manches ist durch die Bloslegung völlig unkenntlich geworden, wie namentlich das Hinterhaupt und die ersten Halswirbel. — Doch ist im Allgemeinen zu sagen, dass diese Schäden und Mängel für die Deutung und Erkennung der einzelnen Skelettheile nur einen sehr bedingten Einfluss ausüben und das Gesammtbild, wie es sich aus dem Studium der hiesigen Platte für die Gattung *Archaeopteryx* ergiebt, in den weitaus meisten und zugleich wesentlichsten Punkten nicht beeinträchtigt wird. — Ferner ist es als ein besonders glücklicher Umstand zu betrachten, dass die beiden bekannten Exemplare sich in den meisten Punkten ergänzen. Der am Londoner Exemplar fehlende, oder doch nur äusserst fragmentar erhaltene Kopf,

der Zusammenhang der einzelnen Theile der Vorderextremität, der Verlauf der Wirbelsäule ist an dem Berliner Exemplar vortrefflich zu beobachten, während z. B. Furcula, Becken, gewisse Theile der Hinterextremitäten u. a., an unserem Exemplar nur unzulänglich oder gar nicht sichtbar, an dem Londoner desto klarer erhalten sind. So gelangt man zu dem erfreulichen Resultat, dass durch den Vergleich und das Zusammenstellen des an beiden Exemplaren zu Beobachtenden ein Bild vom Bau des *Archaeopteryx* gewonnen werden kann, welches an Vollständigkeit von recht wenig fossilen Wirbelthieren, vielleicht von Fischen abgesehen, übertroffen, auch von wenigen nur erreicht wird. — Die verschiedene Erhaltung der beiden bis jetzt bekannten Exemplare, der fast ungestörte Zusammenhang der Skeletelemente bei dem einen, das z. Th. wirre Durcheinandergeworfensein derselben bei dem anderen, ist nicht schwer zu erklären. Es ist auch früher schon ausgesprochen worden, dass das Londoner Exemplar, entweder bevor es im Kalkschlamm des Jurameeres zur Ablagerung kam, oder auf dem Boden des letzteren von anderen Thieren, wie Fischen, Krebsen, zerfleischt wurde und die einzelnen Knochen aus ihrem Zusammenhang gebracht wurden. Das findet auch eine weitere Stütze daran, dass der Schwanz, an welchem nichts zu verzehren war, völlig unangetastet blieb, während namentlich die Brustgegend bis zur Unkenntlichkeit zerstört wurde. — Von alledem ist an dem Berliner Exemplar nichts zu bemerken. Die Leiche des Thieres gerieth ohne Zerstörung auf den Meeresboden, nur wurde der am leichtesten aus dem natürlichen Zusammenhang zu bringende Theil, die Wirbelsäule, von dem Schultergürtel getrennt und etwas nach aussen gedrückt, was auf dem Transport zum Meer oder durch das Spiel der Wellen in demselben hervorgebracht werden konnte. Sonst blieb das Cadaver intact und wurde nicht Beute der Meeresthiere, vielleicht weil es schnell durch weiteren Absatz von Kalkschlamm verdeckt wurde. So erklärt sich auch die ruhige Lage des Skelets und namentlich die vortreffliche Erhaltung der stärkeren Federn an Flügel und Schwanz, während die Spuren der leichten beweglichen Deckfedern und der Rumpffedern überhaupt bis auf wenige Reste durch die Meeresbewegung undeutlicher gemacht oder zum Verschwinden gebracht wurden.

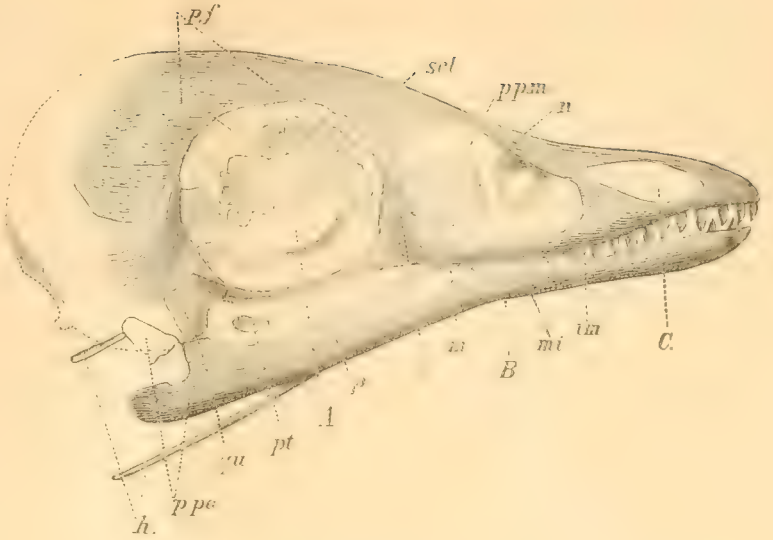
2. Beschreibung des Skelets.

1. Der Kopf.

a. Der Schädel.

Ueber den Bau des Kopfes habe ich das Wesentlichste schon in der in der Einleitung erwähnten Notiz, welche Herr Ewald der hiesigen Akademie der Wissenschaften vorlegte, veröffentlicht. Später habe ich noch weiter versucht, namentlich die Zähne zu praepariren, und es ist das in dem Grade gelungen, dass diejenigen des Oberschädels der Reihe nach von dem Kieferende bis zur Schnabelspitze völlig freiliegen. Auch konnte nunmehr festgestellt werden, dass, wie es schon O. C. Marsh und ich selbst vermuthet hatten, auch im Unterkiefer Zähne stehen. — Da die Hinterhauptsregion nicht erhalten ist, lässt sich ein genaues Maass für die Länge nicht angeben, doch wird der Schädel vom Hinterhauptscondylus bis zur Schnabelspitze ungefähr 45 mm lang gewesen sein. Bis auf die erwähnte Verletzung des Hinterhauptes und einige durch das Abheben der Gegenplatte verursachte Spaltungen verschiedener Knochentheile ist der Schädel gut erhalten, so dass sich ein immerhin deutliches Bild von ihm entwerfen lässt. Er liegt auf der linken Seite und lässt somit die rechte beobachten. Die Profillinie, welche sich dadurch zeigt, beginnt etwas hinter der Augenöffnung mit einer flachen Curve, welche sich in gleichmässiger Biegung bis ungefähr über die Mitte der mittleren Oeffnung fortsetzt. Von hier ab verläuft sie mehr gerade, um sich vor der Nasenöffnung in stärkerer Biegung zur Schnabelspitze zu senken. — Auf der Seite liegen von hinten nach vorn drei grosse Oeffnungen. Die hinterste derselben ist die kreisrunde Augenöffnung, hinten, oben und vorn scharf begrenzt, von 14 mm Durchmesser; der untere Rand ist durch die Abdrücke der Scleroticalplatten gegeben. In dieser Oeffnung liegt dicht an den Rändern hin ein Kranz von Scleroticalplatten von unregelmässig vierseitiger Gestalt, welche sich schuppenartig auf einander

legen, so dass ungefähr ein Drittel jeder Platte von der nächstfolgenden bedeckt wird. Die einzelnen Platten sind z. Th. mit Sprüngen versehen, theils an ihren Rändern verletzt, so dass sich ihre Zahl nicht absolut sicher feststellen liess; auch sind einige Fragmente an der Gegenplatte hängen geblieben; die des unteren Randes sind in die Höhe geschoben und liegen quer über der Oeffnung für die Pupille. Ihre Zahl wird 12 betragen haben. Der Durchmesser des von Platten freien Augenraumes beträgt 7 mm, die Länge der einzelnen Platten also 3,5 mm. Die Augenöffnung wird hinten und oben von z. Th. zertrümmerten Knochen umgrenzt, welche zwischen sich eine Naht nicht erkennen lassen. Es sind die, wie beim lebenden, ausgewachsenen Vogel zusammengewachsenen Parietalia und Frontalia, welche das Gehirn umschliessen. Etwa da, wo beide zusammenstossen würden, sind die Schädelknochen fortgebrochen und zeigen so die Ausfüllung der Hirnkapsel mit Kalkspath. Wenn auch die Knochen hinter der Augenöffnung stark beschädigt und verdrückt sind, so lassen sie doch deutlich erkennen, dass Schläfengruben nicht vorhanden waren, sondern dass das Gehirn von einer geschlossenen Knochenkapsel, wie es das Charakteristicum des Schädels der lebenden Vögel ist, umgeben war. Das Gehirn lag zum grössten Theil hinter der Augenöffnung und auch darin stimmt der Kopf von *Archaeopteryx* gut mit dem der lebenden Vögel überein. Aber auch noch über die Orbita nach vorn setzen sich die Frontalia fort bis über die mittlere Oeffnung. Wenigstens ist bis dahin keine Naht zu bemerken. Die mittlere Oeffnung wird nun hinten durch einen oben breiteren, in der Mitte stark verschmälerten, nach unten anscheinend wieder etwas breiteren Knochen begrenzt, der zugleich die vordere Begrenzung der Orbita bildet. Diesen betrachte ich als das Lacrymale, welches bis zum Oberkiefer herabreicht. Es ist sehr wahrscheinlich, dass die obere Begrenzung dieser Oeffnung z. Th. schon vor den Nasalia geschieht, doch ist zwischen ihr und den als Frontalia zu deutenden Elementen keine Sutur wahrzunehmen. Die untere Begrenzung muss dem Oberkiefer und wahrscheinlich schon dem hinteren Theile des Zwischenkiefers zufallen; doch lässt sich auch hier, wo die Knochen stark zersplittert sind, keine genaue Grenze zwischen diesen einzelnen Theilen angeben. Die in Rede stehende mittlere Oeffnung ist auffallend gross. Sie hat die Form eines rechtwinkeligen Dreiecks mit abgerundeten Spitzen. Die beiden Katheten werden durch den hinteren und den unteren, die Hypothenuse durch den oberen Rand gebildet. Die Länge beträgt ca. 9 mm, die Höhe etwa 8 mm. In diesem mittleren Durchbruch liegt ein unregelmässig vierseitiges Knochenstück, von dem ich in meiner früheren Notiz über den *Archaeopteryx*-Kopf angab, dass es aus dem natürlichen Zusammenhang gerissen sei. Jedoch habe ich durch weiteres Bloslegen nun feststellen können, dass es in allerdings nur undeutlich erkennbarem Zusammenhange mit dem hinteren Theil der zahntragenden Partie steht, den man als Oberkiefer anzusprechen hat. Dadurch werde ich noch mehr in der schon damals ausgesprochenen Annahme bestärkt, dass dieses Knochenstück der Processus palatinus des Oberkiefers ist. Es scheint jedoch, dass hier zwei Knochen übereinanderliegen, und sollte sich das bestätigen, was wegen



Kopf von *Archaeopteryx* in $^2/_1$ der natürlichen Grösse.

A. Augenhöhle; *B.* mittlerer Durchbruch; *C.* Nasenloch; *p. f.* Parietalia und Frontalia; *n.* Nasalia; *im.* Intermaxilla; *l.* Lacrymale; *m.* Maxilla; *p. p. m.* Processus palatinus maxillae; *p.* Palatinum; *pt.* Pterygoideum; *qu.* Quadratum; *scl.* Sclerotica; *m. i.* Maxilla inferior; *p. pa.* Processus mandibulae postarticularis; *h.* Hyoideum.

der Zersplitterung dieser Theile an unserem Exemplar nicht möglich ist, so würde man in dem unteren Knochenfragment einen Theil des Vomer oder eines medianen Septums zu erblicken haben. Aber die sichere Deutung gerade dieser Knochenelemente wird durch die Erhaltung empfindlich eingeschränkt.

Unmittelbar vor der mittleren Oeffnung liegt nun die dritte, vorderste, deren Bloslegung zunächst die Veranlassung zur Veröffentlichung meiner wiederholt citirten Notiz gab. Mit ihrer Auffindung wurde erst die Möglichkeit gegeben, die einzelnen Schädeltheile der *Archaeopteryx* mit denen der übrigen Vögel in Einklang zu bringen. Diese Oeffnung — das Nasenloch — hat eine langelliptische Gestalt, mit etwas zugespitzten Enden. Ihre Längsachse liegt nahezu parallel der oberen Profillinie und ist 8 mm[1]) lang; ihr grösster Querdurchmesser beträgt 4 mm. Oben wird das Nasenloch durch einen kaum 1 mm breiten Knochen begrenzt, der noch den vorderen Fortsätzen der Nasenbeine, aber ebensogut auch schon den aufsteigenden Aesten des Zwischenkiefers angehören kann. Das lässt sich nicht entscheiden; unten und vorn aber geht seine Begrenzung zweifellos vom Zwischenkiefer aus. — Von weiteren Theilen des Schädels sind noch folgende zu erkennen: Vom unteren Ende des oben als Lacrymale gedeuteten Knochen zieht sich ein kaum 1 mm breiter, langer Knochen, dessen oberer Theil z. Th. durch Gesteinsmasse verdeckt wird, bis in die hintere Region des Schädels in gerader Erstreckung hin. Seiner Lage und Form nach könnte man denselben für das Quadratojugale ansprechen, da er aber unter dem Scleroticalring durchgeht und auch nicht bis zum Quadratbein reicht, ist anzunehmen, dass ein Theil des Palatinum in ihm sichtbar wird. Ferner ist das Quadratbein seiner Lage nach wohl erkennbar, wie auch darin, dass es einen Fortsatz nach unten sendet für die Articulation mit dem Unterkiefer; auch scheint ein nach innen gerichteter Fortsatz vorhanden zu sein; seine Conturen aber genau anzugeben, erlaubt die Erhaltung nicht. Endlich ist eines kleinen Knochenstücks zu gedenken, welches ein wenig vor dem Quadratbein, zwischen dem oberen Unterkieferrande und dem oben als Palatinum angesprochenen Knochenstück liegt. Es hat länglich ovalen Umriss, ist gewölbt und glatt. Seiner Lage nach muss es dem Pterygoid angehört haben, von dem es einen aus dem Gestein hervorragenden Fortsatz oder ein Stück des Hauptttheils darstellen könnte. —

b. Die Bezahnung.

Schon bevor mit der Entfernung der Gesteinsmasse, die über dem vorderen Theil des Kopfes lag, begonnen wurde, war es sicher, dass *Archaeopteryx* mit Zähnen versehen war, denn man konnte mit der Loupe deutlich deren zwei, klein und glänzend, unter der, früher als Nasenloch gedeuteten, mittleren Oeffnung sehen, wie das von C. Vogt zuerst ausgesprochen und von Marsh wiederholt worden ist[2]). Dann habe ich in der citirten Notiz über den Kopfbau unseres Fossils den Nachweis geliefert, dass eine ganze Reihe von Zähnen im Kieferrande steht. Damals nahm ich an, dass zu den 10 deutlich sichtbaren Zähnen weiter nach vorn noch weitere sich zeigen würden; und das hat die nun beendete Praeparation, welche in der glücklichsten Weise gelungen ist, bestätigt. Die Zahnreihe ist jetzt bis zur Schnabelspitze freigelegt und die Gesteinsmasse zwischen den einzelnen Zähnen mittelst einer feinen Nähnadel fortgenommen, so dass dieser Schädeltheil der am besten erhaltene von allen ist. Der zahntragende Kieferrand ist 16 mm lang und reicht von der Schnabelspitze bis etwa unter die Mitte der mittleren Oeffnung. Es stehen 12 Zähne in einer Reihe. Es waren ursprünglich 13, aber der letzte Zahn, gerade der, welcher vor der Freilegung am deutlichsten sichtbar war, ist

[1]) Nicht 9 mm, wie durch einen lapsus calami in der früheren Notiz angegeben wurde.

[2]) Wenn demgegenüber Herr Fraisse in einem in der Sitzung der Leipziger naturforschenden Gesellschaft „Ueber Zähne und Zahnpapillen bei Vögeln“ am 1. März 1881 gehaltenen Vortrag sagt: „Bei *Archaeopteryx* sollen nun auch Zähne vorhanden sein, über deren Zahl man sich jedoch noch nicht geeinigt hat. Vortragender, dem es gestattet war, das neue, prächtig erhaltene Exemplar dieses räthselhaften Fossils in Berlin genauer in Augenschein zu nehmen, konnte allerdings einige kleine Papillen, die ihm als Zähne gezeigt wurden, nicht mit Bestimmtheit erkennen, da sie ebensogut nur einfache Vorsprünge des Kieferrandes darstellen können, als echte Zähne, wie dies z. B. ähnlich bei dem bekannten *Odontopteryx toliapicus* Owen aus dem Londonthon der Fall ist“, — so hat er sich den Kopf der *Archaeopteryx* nicht genau genug angesehen.

am Kieferrande abgebrochen und nicht mehr aufzufinden gewesen. Die vorhandenen 12 Zähne sind sämmtlich von fast gleicher Grösse und Form: bei einer Länge von ca. 1 mm und einem Durchmesser von ca. 0,5 mm in ihrem oberen Theile cylindrisch und erst dicht unterhalb der Spitze plötzlich sich zuspitzend und zwar so, dass die scharfe Spitze nach unten und hinten gewendet ist. Ihre Oberfläche ist glänzend glatt und zeigt auch bei starker Vergrösserung keine Längsrippen oder Furchen. Allerdings sieht man auf den vorderen Zähnen einige senkrechte Linien, die aber nichts weiter als Sprünge im Email sind. Der 5. und 6. Zahn von vorn sind etwas kleiner als die übrigen, und da hier der Kieferrand ein wenig vorspringt und auch die überliegenden Theile des Schädels wie durch eine kleine Verwerfung verschoben erscheinen, so ist es nicht unwahrscheinlich, dass hier die Grenze zwischen Ober- und Zwischenkiefer liegt. Ist dem so, dann würden 6 Zähne im Zwischenkiefer und 7 im Oberkiefer stehen. — Marsh hatte ursprünglich, als die mittlere Oeffnung noch für das Nasenloch gehalten wurde, angenommen, dass die Zähne nur im Zwischenkiefer ständen; doch ist es jetzt ausser Zweifel, dass sowohl Ober- wie Zwischenkiefer mit Zähnen besetzt waren. Ferner nahm er an, dass die Zähne in einer Rinne gestanden hätten, ähnlich also wie bei *Hesperornis*. Diese Ansicht kann ich nicht theilen, sondern halte es für unzweifelhaft, dass die Zähne in besonderen Alveolen standen. Zwar sind diese selbst nicht beobachtet, aber ich halte es für unmöglich, dass sich ein Gebiss, dessen Zähne in einer und derselben Rinne stehen und wäre diese auch, wie bei *Hesperornis*, durch kleine seitliche Vorsprünge in einzelne Räume für die einzelnen Zähne getheilt, dass sich ein solches Gebiss so erhalten haben könnte, wie das soeben beschriebene: alle Zähne in der ursprünglichen Stellung, senkrecht nach unten, alle Zähne fest mit der Wurzel im Kieferrand haftend, alle Zähne durch gleich grosse Zwischenräume von einander getrennt, also auch in der ursprünglichen Stellung zu einander erhalten. Um das zu erklären ist anzunehmen, dass jeder Zahn mit seiner Wurzel fest in einer besonderen Alveole steckt.

c. Der Unterkiefer.

Der noch in der Gelenkung mit dem Quadratbein erhaltene und dicht an den Schädel gelegte Unterkiefer besteht aus einem schmalen, langen Knochen, dessen unterer Rand eine sehr schwache, nach oben convexe Biegung macht. In seinem hinteren Theile ist er etwas höher, als im vorderen, wie folgende Maasse beweisen:

Höhe unter der Gelenkung	4,5 mm
Höhe unter dem Lacrymale	3,5 mm
Höhe unter dem letzten Oberkieferzahn	2,75 mm
Höhe unter dem vierten Oberkieferzahn	2 mm

Hinter der Gelenkung mit dem Quadratbein setzt er sich durch einen Processus postarticularis, welcher 4 mm lang und an seinem Ende 2 mm hoch ist, fort, so dass seine Gesammtlänge vom Hinterrande des eben erwähnten Fortsatzes bis zur vorderen Spitze 35 mm beträgt. — Dass bei einer so starken Bezahnung des Ober- und Zwischenkiefers der Unterkiefer nicht zahnlos sein würde, war a priori wahrscheinlich und ist auch von Marsh und mir vermuthet worden. Da aber der Unterkiefer dicht an den Schädel gelegt ist, wie bei geschlossenem Schnabel, so war wenig Aussicht, die Bezahnung desselben an diesem Exemplar feststellen zu können. Zu meiner grossen Freude ist auch das gelungen, denn man sieht zwischen dem dritten und vierten Zwischenkieferzahn die Spitze eines Zähnchens nach oben gerichtet, ebenso ist unter dem drittletzten Zahn des Oberkiefers der allerdings zersplitterte Rest eines im Rande des Unterkiefers steckenden Zahnes und endlich noch ein Zahn unter der mittleren Oeffnung, hinter den Zähnen des Oberkiefers, wenn auch in zersplittertem Zustand, zu erkennen. Somit ist zunächst das Vorhandensein von Unterkieferzähnen überhaupt festgestellt, und da sowohl im vorderen, wie im mittleren Theil des Kieferrandes Zähne beobachtet sind, ist mit grosser Wahrscheinlichkeit anzunehmen, dass der Unterkieferrand auf dieselbe Ausdehnung und dieselbe Weise mit Zähnen besetzt war, als Ober- und Zwischenkiefer. — Ob im Unterkiefer ein mittlerer Durchbruch vorhanden war, ist nicht sicher festzu-

stellen, da die Oberfläche vielfach zerrissen und zersplittert ist. Allerdings sieht man an einer Stelle in der hinteren Hälfte die Gesteinsmasse von unten durchblicken, aber die Ränder dieser Stelle sind so unregelmässig, dass man mehr zu der Annahme geneigt wird, dass diese Oeffnung durch Abspaltung der Kieferknochen erzeugt ist; leider fehlt auf der Gegenplatte gerade das entsprechende Stück, welches beweisend hätte sein müssen.

Zum Kopf gehören schliesslich noch zwei kleine Knochen, welche ihrer Form und Lage nach nur Theile der Zungenbeine sein können. Man sieht unter dem letzten Viertel des unteren Unterkieferrandes einen nadelförmigen dünnen Knochen hervortreten, welcher in spitzem Winkel vom Unterkiefer abgeht und noch über das Ende des postarticularen Fortsatzes nach hinten reicht. Hier ist er abgebrochen, vorn ist er unter dem Unterkiefer versteckt; seine ursprüngliche Länge ist also nicht zu ermitteln; der sichtbare Theil ist 14 mm lang. — Mehr oben, über und hinter dem Unterkieferfortsatz, dicht hinter dem Quadratbein liegt nahezu parallel mit dem eben beschriebenen Zungenbeinfragment das 3 mm lange Bruchstück eines in Form und Durchmesser ganz gleich gestalteten Knochen, das man als einen Theil des dem ersteren entsprechenden Zungenbeins der linken Seite ansprechen kann. Dieses linke Zungenbein berührt vorn ein Knochenfragment, das ich nach Lage und Gestalt als den Processus postarticularis des linken Unterkieferastes anzusprechen geneigt bin.

Es geht aus der obigen Beschreibung des *Archaeopteryx*-Kopfes als allgemeines Resultat hervor, dass derselbe, wenn auch die Erhaltung die Deutung einzelner Theile noch hypothetisch bleiben liess, sowohl in der allgemeinen Form des Kopfes, welche durch den im Gestein erhaltenen Druck jedoch immerhin mehr oder minder verändert ist und kein absolut getreues Bild mehr zeigt, ferner in der Lage, in dem gegenseitigen Zusammengreifen und auch bis zu einem gewissen Grade in der Ausdehnung der einzelnen Elemente, welche ihn zusammensetzen, so viele Analogieen mit dem Kopf der lebenden Vögel darbietet, dass er sich als echter Vogelkopf darstellt, an welchem die Bezahnung nur so lange befremden konnte, bis es durch die schönen Untersuchungen Marsh's über die Odontornithen erkannt war, dass die in ihrem Schädel und Skeletbau noch mehr an die lebenden Vögel sich anschliessenden Vertreter der Kreideperiode auch mit Zähnen bewaffnet waren. — C. Vogt hat als erster eine kurze Beschreibung des Kopfes gegeben, welche im Allgemeinen zutreffend ist. Er hatte aber den sehr deutlich sichtbaren Unterkiefer als solchen nicht erkannt und schwankt, ob er das Zungenbein für ein solches oder für den Unterkiefer halten soll. — Es ist nicht zu vergessen, dass C. Vogt den Kopf nur in der Form gesehen hat, die er vor der völligen Bloslegung hatte und die die damals vielfach verbreitete Photographie zeigte. Aber auch das in Erwägung gezogen, so befremdet doch das Resultat, zu welchem er gekommen ist, wenn er sagt, dass noch eingehendes Studium zur Erkenntniss des Kopfes nothwendig sei und dann fortfährt: „mais ce que l'on voit montre à l'évidence que c'est une véritable tête de Reptile". Einer Kritik dieser Ansicht bin ich durch Seeley enthoben, welcher ihr[1]) scharf entgegentritt. Er bedauert, dass es C. Vogt nicht gefallen habe, die Gründe für diesen Schluss anzugeben, da er selbst durchaus keine Reptil-Charaktere daran erkennen könne; er frägt, wenn der Schädel reptilienähnlich sei, welchem Reptil er gleiche, oder wenn die Aehnlichkeit mit einer bestimmten Abtheilung dieser Classe nicht vorhanden, welche allgemeinen Reptilcharaktere zu beobachten seien; er vermisst ein mit dem Schädel verschmolzenes Quadratbein, ein wie bei Reptilien geformtes Postfrontale oder auch Postorbitalbögen. So hatte Seeley, noch bevor der Kopf in seiner ganzen Gestalt bekannt war, schon scharfsinnig die Vogelcharaktere erkannt. Das genauere Studium hat seine Ansicht völlig bestätigt, die Vogt'sche dagegen als unhaltbar erwiesen. Dass auch Seeley die mittlere Oeffnung für das Nasenloch hielt und in der Hinterhauptsregion eine vorspringende Crista zu erkennen glaubte, ist leicht erklärlich, da ihm nur die Photographie zum Studium vor-

[1]) The Geological Magazine. 1881. pag. 301.

lag, an welcher etwas Gyps, mit dem Häberlein ein beim Abheben der Gegenplatte entstandenes Loch ausgefüllt hatte, schärfer hervorgehoben wurde und die dunklere Färbung des Knochen annahm. Dadurch ist er auch in den Irrthum verfallen, dass *Archaeopteryx* einen occipitalen Fortsatz besessen habe, wie der lebende Cormoran. Davon ist keine Spur vorhanden.

Bekanntlich liegen auch auf der Londoner *Archaeopteryx*-Platte Schädelreste, welche J. Evans schon 1865 auf *Archaeopteryx* bezog. Owen hat dieselben im Text seiner bekannten Abhandlung nicht erwähnt und nur in der Tafelerklärung gesagt, dass J. Evans gewisse Theile für Schädeltheile, resp. deren Ausguss gehalten habe, und weiter heisst es: „Fig. 3 p[1]. Premaxillary, and Fig. 1 p, its impression, resembling that of a fossil fish". — Ueber das, was J. Evans als Ausguss, resp. innere Seite eines Theiles der Hirnschale angesprochen hatte, spricht er seine Meinung gar nicht aus; der Deutung der Kiefertheile als zu *Archaeopteryx* gehörig tritt er durch die Vermuthung, dass sie zu einem Fisch gehören könnten, bis zu einem gewissen Grade entgegen. — Da ich nun nach einem genauen Studium des Kopfes des Berliner Stückes die fraglichen Reste der Londoner Platte im Original gesehen habe, so glaube ich auch hierüber meine Beobachtungen und die sich daraus ergebende Ansicht mittheilen zu sollen. — J. Evans hat auf der Hauptplatte einen gewölbten Körper entdeckt, welcher z. Th. verletzt ist, doch aber erkennen lässt, dass er durch eine mediale Furche in 2 Theile zerfällt; das spricht er für die Ausfüllung des Hemisphaeren-Raumes der Hirnkapsel und die mediale Furche als hervorgerufen durch den Abdruck der Intercerebralcrista an; die Gegenplatte ist hier verletzt, zeigt aber krystallinische Masse, die den ursprünglich vorhandenen Knochen vertritt, und weiter 2 Hohlräume, durch eine mittlere Crista geschieden. — Dass man es hier mit einem Theil der Hirnkapsel und seiner Ausfüllung zu thun hat, glaube auch ich, wenn ich auch nicht wie Carter Blake[1]) die Lage der Lobi olfactorii und Spuren des Lobus opticus unter dem Gehirn zu erkennen vermochte. Doch ist die Grösse gerade die, welche man für ein Exemplar von den Dimensionen des Londoner erwarten muss, und die Aehnlichkeit mit den entsprechenden Theilen des Vogelhirns ist allerdings nicht von der Hand zu weisen. Auch Owen hat dies gewissermaassen, wenigstens stillschweigend, zugegeben, sonst würde er nicht auf seiner ersten Tafel neben dem fraglichen Körper das Vordertheil eines Gehirns von *Coreus pica* L. haben darstellen lassen. Es ist nun weiter von Interesse und spricht auch recht laut für die Richtigkeit der Evans'schen Ansicht, dass alle Vermuthungen, welche er der Beschaffenheit des Gehirns und seiner Lage für die Form des Kopfes von *Archaeopteryx* entnimmt, an dem diese Theile deutlich zeigenden Berliner Exemplar ihre Bestätigung finden. Zunächst schliesst er aus der Form des Gehirns und aus dem Vorhandensein von Federn, dass *Archaeopteryx* einen Schnabel besessen habe, mehr oder minder analog dem anderer Vögel; und in der That ist nicht zu leugnen, dass der Vordertheil des *Archaeopteryx*-Kopfes, namentlich in der Lage des Nasenlochs, aber auch in seiner sonstigen Beschaffenheit, nur einem Vogelschnabel verglichen werden kann. Ferner leitet er aus der Lage des Gehirntheils auf der Platte ab, dass der Kopf ursprünglich mit der Basis nach unten, der Stirnregion nach oben in die Gesteinsmasse eingebettet sei, und weist nach, dass in diesem Falle die Basis des Gehirns fast im rechten Winkel zur Schädelbasis, oder besser zur Schnabelöffnung gestanden habe. Das aber sei zumeist bei Vögeln der Fall, welche grosse Augenöffnungen besässen. „Es scheint daher wahrscheinlich", fährt er fort, „dass die Basis des Gehirns bei *Archaeopteryx* in nahezu rechtem Winkel zur Oeffnung ihres Schnabels gestellt war, und wenn dem so war, dass, wie es der Fall bei den meisten anderen Vögeln mit derselben Eigenthümlichkeit ist, ihre Augen von bedeutender Grösse und das Gehirn ganz hinten am Kopfe war." Ein Blick auf unseren Holzschnitt zeigt, namentlich wenn man die durch den Druck etwas modificirte Form in Abzug bringt, die Richtigkeit auch dieses Schlusses. — Ausser diesem Schädeltheil zieht J. Evans noch zwei weitere Fragmente in Betracht, welche er als Theile des Ober- oder Unterkiefers deutete, und somit zuerst darauf hin-

[1]) Geologist. Vol. 6 pag. 7.

wies, dass *Archaeopteryx* bezahnt gewesen sein möge. Das Studium dieser Theile hat es nun für mich über jeden Zweifel erhoben, dass J. Evans wenigstens bezüglich des einen Fragmentes vollkommen richtig geschlossen hat. Ein Theil des Bruchstücks liess sich nämlich sofort als das Schnabelende der linken Seite erkennen, und in der That zeigt ein Vergleich mit dem betreffenden Theil des Berliner Exemplars denselben Abfall der Profillinie zur Schnabelspitze, einen Theil des graden Kieferrandes und weiter einen Theil des Vorderrandes vom Nasenloch. In diesem vordersten Theil stehen auch einige (? 2) Zähne, die aber nur sehr undeutlich mit der Loupe sichtbar und deshalb auch wohl bisher unerwähnt geblieben sind. Namentlich deutlich sieht man die Alveolen durch die Oberfläche durchschimmern, so dass sie wie Halbcylinder hervorzutreten scheinen. In der hinteren Fortsetzung dieses Stückes liegt ein zweites, dessen Natur ich aber ebensowenig, wie die eines etwas entfernter davon liegenden entziffern konnte. Es bleibt nun noch ein Stück zu besprechen, dessen Deutung die meisten Schwierigkeiten hat. Dasselbe geht in stumpfem Winkel von dem ersterwähnten Schnabelfragment ab und trägt auf seinem äusseren Rande die 4 schon von Evans beschriebenen Zähne. Es sind nun drei Möglichkeiten zu erwägen: 1. gehört das Fragment überhaupt zu *Archaeopteryx*, oder zu einem anderen Thier? 2. falls es zu *Archaeopteryx* gehört, ist es ein Oberkieferfragment oder 3. ein Unterkieferfragment? — Dass die erste Möglichkeit von der Wahrscheinlichkeit völlig ausgeschlossen ist, hat schon Evans nachgewiesen; und allerdings, es müsste eine ganze Reihe von seltsamen Umständen zusammengetroffen sein, um es zu bewerkstelligen, dass das Kieferfragment eines bisher unbekannten Thieres (denn die Zähne stimmen auch nach H. von Meyer's, in dem Evans'schen Aufsatze mitgetheilter Ansicht mit keinem in Solenhofen oder sonst wo gefundenen Fisch oder Reptil überein) auf, unter und neben die Skeletreste eines bis dahin ebenso unbekannten Thieres gerathen wäre, ohne dass auch nur die Spur anderer Skeletttheile aufzufinden ist. — Können wir daher mit nahezu absoluter Sicherheit das Kieferstück mit seinen Zähnen *Archaeopteryx* zuschreiben, so frägt es sich weiter, wohin es gehört. Die Lage des Stückes zum Schnabelende macht es am wahrscheinlichsten, dass es ein Stück des Oberkiefers ist, welcher vom Zwischenkiefer etwas schräg nach vorn abgequetscht liegt. Ich würde das auch unbedingt annehmen, wenn nicht die Form der Zähne Einwendungen erlaubte. Dieselbe kommt nämlich nicht völlig mit den Oberkieferzähnen des Berliner Exemplars überein, sondern ist mehr grade, die Spitze des Zahnes ist nach oben, nicht auch nach hinten gewendet, zudem scheint der Querschnitt eine Ellipse zu bilden, während er an unserem Exemplar kreisrund ist: auch ist die eigenthümliche Basis, die sich in Gestalt kleiner gerundet viereckiger Postamente als Träger der spitzen Kronen darstellt, an letzterem nicht zu sehen. Dadurch erinnern diese Zähnchen allerdings, wie Marsh sagt, an die von *Hesperornis*, was bei dem hiesigen Stück durchaus nicht der Fall ist. Die postament- oder polsterartigen Wurzeln mögen übrigens auch bei diesem vorhanden und nur deshalb nicht sichtbar sein, weil der Kieferrand unverletzt ist, während er an dem Londoner Exemplar zersplitterte und so den oberen Theil der Wurzeln aufdeckte; aber die Form der Zähne und auch die relative Entfernung genommen zu ihrer Grösse ist bedeutender dort, wie hier. — Wenn es also Oberkieferzähne sind, so sind sie von den betreffenden des zweiten Exemplars so verschieden, dass die beiden wohl kaum zu einer Art zu rechnen sein würden. Dem entspricht nun aber wieder nicht die sonstige Uebereinstimmung der Skelettheile, so dass man, um aus diesem Dilemma herauszukommen, seine Zuflucht gern zur Deutung des betreffenden Fragmentes als Unterkiefer nehmen würde, in welchem die Zähne ja eine andere Form, als im Oberkiefer gehabt haben könnten. Aber einmal ist eine Verschiedenheit der oberen und unteren Zähne bei Reptilien überhaupt kaum beobachtet und bei den Odontornithen sogar nachgewiesen nicht vorhanden, und dann sprechen auch die allerdings nur geringen Reste von Unterkieferzähnen an dem Berliner Exemplar auch nicht zu Gunsten dieser Annahme; denn soweit sie sichtbar sind, haben sie Grösse und Form der oberen. — Vorläufig muss die Entscheidung dieser Frage noch zurückgehalten werden, und daher kann auch wegen der mangelhaften Erhaltung und der daraus entstehenden Unsicherheit der Deutung dieser Reste das an und für sich sehr wichtige Moment der Bezahnung bei der Discussion, ob die beiden bekannten Exemplare eine oder zwei Arten repräsentiren, vorläufig noch nicht in Betracht kommen.

2. Die Wirbelsäule.

Von der Wirbelsäule sind bis auf den Atlas sämmtliche Halswirbel und Rückenwirbel vorhanden; die Lenden- und Sacralwirbel sind dagegen theils durch das Becken, theils durch Gesteinsmasse verdeckt, welche auch noch die ersten Schwanzwirbel verhüllt. Dann liegt aber wiederum die ganze folgende Reihe der Schwanzwirbel bis zur äussersten Spitze frei. Die Erhaltung der Wirbel, namentlich der Halswirbel, lässt zu wünschen übrig. Bei der Einbettung des Cadavers waren sie gewiss sämmtlich vollkommen intact, aber durch das Abheben der Gegenplatte ist ihre Oberfläche z. Th. zerrissen, einzelne Fragmente sind an letzterer hängen geblieben, andere sind zersplittert und verloren gegangen, so dass die Kalkspathausfüllung der Hohlräume sichtbar wird; und da diese von einem Wirbel ununterbrochen in den anderen sich fortsetzt, wird mitunter auch die Grenze zwischen zwei Wirbeln derart verwischt, dass nur die genaueste Betrachtung mit der Loupe und die Länge, welche man den einzelnen Wirbeln nothwendig zuschreiben muss, die Zahl festzustellen gestattet. — Die einzelnen Regionen scheiden sich verhältnissmässig leicht ab, wenn wir als Halswirbel diejenigen auffassen, welche nur kurze oder keine Rippen tragen. Auch zeigt sich die festere Verbindung der Rückenwirbel schon durch die Lage der Wirbelsäule; denn während die Halswirbel in halbkreisförmigen Bogen gekrümmt liegen, ist die Rückenwirbelsäule fast gerade und nur in der vorderen Hälfte leicht gekrümmt. Die Schwanzwirbel sind, soweit sie sichtbar sind, durch ihre von den anderen sehr abweichende Gestalt auf den ersten Blick zu erkennen. — Ueber die Wirbel haben wir kurze Bemerkungen von C. Vogt, O. Marsh und Seeley, unter denen die Beobachtung Marsh's, dass dieselben biconcav sind, am wichtigsten ist. Es wird darauf weiter unten näher einzugehen sein.

a. Halswirbel.

Mit dem Hinterhaupt ist zugleich der Atlas zerstört, so dass wir den ersten erkennbaren Wirbel als zweiten oder Epistropheus ansprechen können, da zwischen der Stelle, wo der Atlas gelegen haben muss, und dem ersten Wirbel nicht Platz genug für einen weiteren bleibt. Die Dimensionen der einzelnen Wirbel, welche als Halswirbel zu betrachten sind, und deren wir exclusive Atlas 9 zählen, sind folgende:

	Länge	Durchmesser: vorn	hinten
2. Wirbel	6	4	5 mm
3. „	7	4	5 „
4. „	7,5	4,5	5 „
5. „	9	5	6 „
6. „	8	5	5 „
7. „	7	6	6 „
8. „	8	7	7 „
9. „	8	7	7 „
	60,5		

Bei der erwähnten ungünstigen Erhaltung und bei der Unmöglichkeit, alle Wirbel an genau denselben betreffenden Stellen zu messen, weil an einzelnen hier und da noch Gesteinsmasse haftet, können obige Messungen nur einen approximativen Werth haben, aber sie gestatten doch das Grössenverhältniss der einzelnen Wirbel im Allgemeinen zu erkennen. Es ergiebt sich daraus, dass die vordersten Wirbel die kleinsten sind, dass sie vom zweiten bis fünften allmählich an Länge zunehmen, während der Durchmesser ziemlich gleich bleibt. Vom sechsten ab nehmen sie an Länge ab, doch so, dass sie untereinander fast gleich bleiben, während ihr Durchmesser grösser wird; die letzten drei (grade die am wenigsten gut erhaltenen) scheinen von gleicher Grösse gewesen zu sein. Im Allgemeinen hat man also vordere kürzere, mittlere längere und dünnere, hintere kürzere und gedrungenere Wirbel, wie das auch die Regel für die meisten lebenden Vögel ist. — Ueber die Gestalt der Halswirbel, von denen nur die rechte Seite entblösst ist, lässt sich nur sagen, dass der erste

sichtbare einen deutlichen Processus spinosus zeigt, der auch seinerseits für die Deutung als Epistropheus spricht, die übrigen zeigen auf der ventralen Hälfte der Seite eine flache Rinne, sonst scheinen sie fast cylindrisch gewesen zu sein, so dass die zahlreichen Processus obliqui, resp. transversi der lebenden Vögel und der Odontornithen gänzlich gefehlt haben werden. Wo eine Berührungsfläche zweier Wirbelkörper deutlich wahrnehmbar ist, wie z. B. zwischen dem dritten und vierten Wirbel, erscheint dieselbe als gerade Linie und beweist dadurch, dass die Gelenkflächen nicht sattelförmig waren. Die Gelenkflächen zweier Wirbel nämlich, welche die *Hesperornis*, den tertiären und lebenden Vögeln zukommende sog. Sattelform besitzen, zeigen auf der Seite der Wirbel eine S-förmige Curve, welche bei *Archaeopteryx* fehlt. Marsh hat das zuerst beobachtet und spricht den Wirbeln biconcave Gelenkflächen zu. Ich glaube, dass er darin vollkommen Recht hat, und glaube auch an einigen Stellen kleine Stücke der Gelenkflächen zu sehen, welche das bestätigen: doch darf man nicht ausser Acht lassen, dass allein die Seitenlinie der Grenzfläche zu diesem Schluss nicht berechtigt, da opisthocoele, procoele, wie amphicoele Wirbel, von der Seite gesehen, dieselbe Berührungslinie zeigen. — Marsh sagt weiter von ihnen, dass sie denen von *Ichthyornis* in der allgemeinen Form glichen, aber die grossen seitlichen Foramina nicht besässen; nach Vergleich mit den Abbildungen von *Ichthyornis* muss ich auch nach Abzug der Seitenlöcher die Aehnlichkeit in Abrede stellen, die Seiten sind dort entschieden complicirter gebaut als bei *Archaeopteryx*. Er zählt 21 praesacrale Wirbel, so dass nach Abzug der 10 Halswirbel 11 auf die Rückenwirbel fallen würden. Wir werden sehen, dass einige mehr vorhanden waren. C. Vogt hat nur 8 Halswirbel gezählt, allerdings unsicher, wie er hinzufügt, und in der That ist die Beobachtung für die kurze Zeit, welche er dem Studium der Originalplatte widmen konnte, zutreffend genug. Er hat zuerst die feinen Halsrippen bemerkt und richtig gedeutet, welche an den ersten Wirbeln bemerkbar sind. Dieselben sind mit den Wirbelkörpern an ihrem vorderen Ende an der ventralen Hälfte anscheinend nicht verknöchert, sondern beweglich verbunden und sämmtlich parallel der Längsaxe der Wirbel an die Wirbelkörper angelegt; ihr proximales Ende ist verbreitert, ihr distales endet spitz nadelförmig. Soweit Messungen möglich waren, ergab sich

	Länge der Halsrippe
2. Wirbel	12 mm
3. „	14 „
4. „	12 „
5. „	10 „
6. „	7 „
7. „	?

Sind auch diese Maasse nicht absolut genau, so zeigen sie doch, dass der 3. Wirbel die längste Halsrippe besitzt und dass sie von da aus schnell kürzer werden. Am 8., 9. und 10. Wirbel sind Halsrippen nicht wahrzunehmen..

Die Gesammtlänge des Halses beträgt also, mit Einrechnung der muthmaasslichen Länge des Atlas, vom Condylus occipitalis bis zum 1. Rückenwirbel ungefähr 66 mm. Seeley (l. c. 1881. pag. 455) giebt dieselbe mit 68 mm ein wenig zu hoch an, hat aber insofern die Photographie richtiger gedeutet, wie Vogt, als er mehr als 8 Halswirbel erkannte. Diese Länge entspricht, wie Vogt zutreffend angiebt, etwa der des Halses einer Taube von gleicher Grösse. — Aus Obigem ergiebt sich als charakteristisch für die Halswirbel 1) die verhältnissmässig einfache Gestalt der Wirbelkörper, hervorgerufen durch die Abwesenheit oder nur rudimentäre Entwicklung der schiefen und der Quer-Fortsätze; 2) die biconcaven Gelenkflächen; 3) das Vorhandensein von langen spitzen, sehr wahrscheinlich gelenkig mit den Wirbelkörpern verbundenen Halsrippen. — Dass der Hals einen immerhin namhaften Grad von Beweglichkeit besessen haben muss, geht schon aus der Lage desselben, wie ihn das Stück erhalten zeigt, hervor; dass er aber mit seinen langen Rippen und seinen biconcaven Gelenkflächen die Beweglichkeit des Halses der lebenden Vögel, z. B. eines Schwanes nicht erreicht hat, ist wahrscheinlich.

Auch von dem Londoner Exemplar sind nach Seeley (l. c. pag. 455) 5 Halswirbel, in einer Curve gelegen, vorhanden, jedoch so schlecht erhalten, dass sie zum Vergleich mit den hier beschriebenen untauglich sind. Nach dem, was ich selbst davon gesehen habe, muss ich auch die Deutung als Halswirbel für unsicher halten; man sieht eben nur, dass es Wirbel sind, aber ihre Form ist kaum zu erkennen. Ihre Natur als Halswirbel hat Seeley muthmaasslich der Curve, in welcher sie liegen, entnommen.

b. Die Rückenwirbel, die Rippen und die Bauchrippen.

Die Abgrenzung der Halswirbel von den Rückenwirbeln bietet bei den lebenden Vögeln Schwierigkeiten, da die Gestalt sich ganz allmählich ändert und häufig schon die letzten 2 oder 3 Halswirbel lange Rippen bekommen. Diese letzten Halswirbel sind von manchen Autoren denn auch den Rückenwirbeln zugezählt worden; jedoch scheint es natürlicher, sie noch als Halswirbel anzusehen, da ihre Rippen nicht mit dem Sternum in Verbindung treten. Bei *Archaeopteryx* nun, wo ein Sternum nicht zu beobachten ist, also auch von der Anheftung der Rippen an dasselbe nichts gesehen werden kann, wächst die Schwierigkeit der Frage derart, dass eine befriedigende Beantwortung mit den bis heute bekannten Materialien überhaupt unmöglich ist. Dazu kommt noch, dass die Wirbelsäule grade an der Grenzregion zwischen Hals und Rumpf zum Theil stark beschädigt, zum Theil noch mit Gesteinsmasse bedeckt ist. Mich hat bei der Annahme von 10 Halswirbeln (wovon der Atlas nicht erhalten ist) zweierlei geleitet; einmal die Lage des Thieres, welche es von vornherein wahrscheinlich macht, dass der Hals da aufhört, wo auch die Krümmung der Wirbelsäule ihr Ende hat, und zweitens, dass an den letzten Halswirbeln keine Rippen mehr sichtbar sind, während die erste nach ihnen erscheinende Rippe gleich ziemlich gross und kräftig ist und den übrigen Brustrippen gleicht. Der Wirbel, auf welchen diese Rippe zuläuft (eine directe Verbindung ist nicht sichtbar), wurde als erster Rückenwirbel angesprochen. Wenn dem so ist, so besitzt *Archaeopteryx* 12 Rumpfwirbel, welche ausser dem letzten Rippen tragen. Die ersten drei dieser Reihe sind sehr undeutlich erhalten und zumeist durch Gesteinsmasse verdeckt, aus welcher nur einige kleine Fortsätze hervorragen, so dass über ihre Form nichts ausgesagt werden kann. In der Länge stimmen sie ungefähr mit den folgenden überein. Auch die folgenden Wirbel sind ziemlich erheblich verletzt; namentlich wurden beim Loslösen der Gegenplatte die Querfortsätze abgebrochen und auch sonst Theile der Oberfläche zerrissen. Doch lässt sich aus der Combination des an allen zusammen Wahrnehmbaren ein zufriedenstellendes Bild von ihrer Beschaffenheit gewinnen. — Im Allgemeinen sind sie höher und kürzer als die Halswirbel, besitzen also, namentlich in der hinteren Hälfte, die gedrungenere und kräftigere Gestalt, die auch bei lebenden Vögeln die starre Rückenwirbelsäule von der leicht biegsamen, schlanken des Halses unterscheidet. Weiter zeigen auch sie mit grösster Deutlichkeit, dass je 2 Wirbelkörper in einer graden Linie zusammenstossen, dass ihre Gelenkung nicht sattelförmig, sondern biconcav war, was Marsh schon beobachtet hat. — Die Dimensionen der Wirbel einzeln anzugeben, ist bei der fast gleichen Grösse unnöthig. Im Allgemeinen sind sie 7 mm lang, an der Gelenkfläche 6—7 mm, in der Mitte 5,5 bis 6 mm hoch; dazu kommt noch ein 2—3 mm hoher Fortsatz. — Die Gesammtlänge der Rückenwirbelsäule beträgt ungefähr 70 mm. — Der Wirbelkörper ist auf der ventralen Seite concav; die stets stark verletzten Querfortsätze stehen auf den Seiten der Wirbelkörper, und ober- wie unterhalb derselben ist eine seichte Rinne vorhanden. Der Neuralcanal scheint sehr klein und niedrig zu sein. Die oberen Processus spinosi bilden lange Leisten, vorn und hinten concav ausgeschnitten und scheinen (wenigstens glaube ich das an einigen Wirbeln zu sehen) zum Theil durch verknöcherte Sehnen verbunden zu sein. Untere (ventrale) Fortsätze, wie sie zahlreiche lebende Vögel, deren Hals starke Bewegungen auszuführen hat (Papageien, Raptatoren etc.) besitzen, sind wenigstens an den blosliegenden Wirbeln nicht vorhanden; vielleicht besassen sie die vordersten, noch grösstentheils vom Gestein verdeckten. Facetten für die Gelenkung der Rippen habe ich nicht beobachtet, mit Ausnahme einer undeutlichen Stelle am vorderen Ende des 9. Wirbels, der allenfalls als solche

gedeutet werden kann. — Ueber die Beschaffenheit dieser Wirbel bringt die Literatur nur die eine Angabe von C. Vogt, dass sie dick, kurz, ebenso breit als hoch seien und keine Spinalapophysen hätten. Letztere sind aber deutlich erhalten und besitzen die Gestalt derer von lebenden Vögeln; bis auf diesen Irrthum ist die Beschreibung zutreffend.

Ebenso lässt sich auch die Beschreibung der Rippen, welche C. Vogt giebt, lediglich wiederholen, welche sagt, dass dieselben sehr fein, zart, gekrümmt und am Ende zugespitzt sind; „sie gleichen den feinen Nadeln der Chirurgen und zeigen weder eine Abflachung, noch Processus uncinati, wie bei den Vögeln". — In der That ist die Beschaffenheit der Rippen eine der merkwürdigsten Eigenschaften der *Archaeopteryx*. — Dieselben sind durch den Gesteinsdruck sämmtlich von den Wirbelkörpern abgequetscht und liegen neben denselben auf der Platte, häufig noch die Wirbel berührend. Ihre Gestalt ist von Vogt, wie erwähnt, völlig zutreffend beschrieben, nur ist hinzuzufügen, dass aus seinen Worten „ni applatissement" auf eine runde Form geschlossen werden könnte. Freilich haben sie nicht die bandförmige Beschaffenheit derer lebender Vögel, aber sie sind auch nicht rund im Querschnitt, sondern elliptisch. Vorn und hinten sind sie durch scharfe Kanten begrenzt. Ueber ihre Anheftung an die Wirbel habe ich nichts beobachten können. Die proximalen Enden der linken Rippen liegen grösstentheils noch unter den Wirbelkörpern, die der rechten Seite sind in ihrem proximalen Ende verdrückt und undeutlich geworden. Wenn sie auch am proximalen Ende verbreitert sind, so habe ich doch nirgends ein Capitulum von einem Tuberculum unterscheiden können, wie ja auch an den Querfortsätzen keine Gelenkfacette zu sehen ist. Es scheint daher, dass sie am proximalen Ende einfach waren und nur am vorderen Ende der Wirbelkörper gelenkten; sicher ist diese Annahme aber nicht. — Ihre Länge nimmt vom 1. bis zum 7. Wirbel allmählich zu. Die muthmaasslich diesem Wirbel angehörenden Rippen sind ca. 45 mm lang (d. h. vom proximalen bis zum distalen Ende in der Luftlinie gemessen; als gerade Linie also noch um etwa 7 mm länger). Vom 8. bis zum 11. Wirbel werden sie schnell kürzer; das letzte Paar ist (auch in der Luftlinie gemessen) ca. 20 mm lang[1]). Der letzte Wirbel, der schon grösstentheils vom Ilium bedeckt wird, aber durchaus die Gestalt der vorhergehenden besitzt, zeigt keine Rippen.

Ausser diesen mit den Wirbelkörpern verbundenen Rippen hat *Archaeopteryx* noch ein System von freien Rippen, welche die Sternal- oder falschen Rippen der übrigen Vögel ersetzen, aber von anderer Beschaffenheit sind. Da sie in Form, Lage und (muthmaasslich wenigstens) auch Function den sog. Bauchrippen der Reptilien entsprechen, so mögen sie auch hier unter diesem Namen betrachtet werden. — In dem Raume, der von der Rückenwirbelsäule, dem Humerus und dem Femur begrenzt wird, also demselben, in welchem auch die wahren Rippen liegen, bemerkt man 12 bis 13 Paar feiner, flacher, vorn verbreiterter, hinten nadelspitz zulaufender Rippenpaare, welche mit ihren proximalen Enden übereinandergeschoben sind und nach hinten divergiren, die vorderen in spitzem, die hinteren in fast rechtem Winkel. Ihre Grösse nimmt von vorn nach hinten allmählich ab; die ersten sind 20—22 mm lang, die letzten kaum 15 mm. Die Punkte, wo sich die Bauchrippen eines Paares treffen, liegen entweder noch unter den wahren Rippen oder neben ihrem distalen Ende, so dass sich aus ihrer jetzigen Lage direct ergiebt, dass sie die Bauchseite des Thieres geschützt haben, und zwar vom vorderen Ende des Rumpfes bis in die Sacralgegend, denn die letzten werden noch vom Femur bedeckt[2]). Auch C. Vogt hat diese Rippen erkannt und richtig gedeutet; nur hat es ihm geschienen, als ob dieselben an ein lineares Abdominalsternum angeheftet gewesen seien. Diese Annahme ist sehr erklärlich, wenn man nur die Photographie zu studiren Gelegenheit gehabt hat; denn da sich die distalen Enden mehrerer

[1]) Die beigefügte Tafel zeigt anscheinend einige Rippen weniger, als hier angegeben; da aber manche auf der Gegenplatte haften geblieben sind, die Hauptplatte also nur deren schwache Abdrücke zeigt, so hat der Farbendruck die Deutlichkeit derselben beeinträchtigt.

[2]) Es hat den Anschein, als wenn ausser diesen Bauchrippen noch einige unpaare mediane vorhanden gewesen seien: wenigstens sieht man am 3. und 4. Paar eine feine, parallel der Längsaxe des Thieres liegende Rippe, die vorn spitz-nadelförmig

Rippen theils an-, theils aufeinandergelegt haben, und zwar grade von der äusseren Seite (also neben dem Humerus), wo das Sternum, wenn es beobachtbar wäre, liegen müsste, so scheint der Photographie nach hier ein fortlaufender Knochen zu sein, der in Wahrheit aber aus mehreren über- und nebeneinanderliegenden Stücken besteht.

Das einzige, was Owen über die Rippen des Londoner Exemplars sagt (l. c. pag. 34), findet sich in der Aufzählung der überhaupt erhaltenen Theile. Dort heisst es: „Several slender curved ribs (*pl*), most of them sternal (*h*), irregularly scattered about the region of the trunk". — Er nimmt also an, dass die Sternalrippen gekrümmt seien. Auf der ersten Tafel seiner Abhandlung sind die hinter dem Humerus der linken Seite (nach Owen der rechte Humerus) gelegenen Rippen mit *h* (also Sternalrippen) bezeichnet, mit *pl* eine schwach gekrümmte Rippe zwischen Furcula und Becken. Ohne Bezeichnung sind die kurzen geraden Rippen geblieben, welche unter und neben der Furcula liegen. Nach den Beobachtungen, welche an dem Berliner Exemplar gemacht werden konnten, glaube ich alle von Owen mit *pl* und *h* bezeichneten Rippen als wahre Rippen, die unbezeichneten, geraden, an der Furcula gelegenen aber als Bauchrippen deuten zu sollen.

c. Sacralwirbel.

Weder Lendenwirbel in dem Sinne, wie Barkow ihn in die Osteologie der Vögel eingeführt hat, noch Sacralwirbel sind an dem Berliner Exemplar sichtbar. R. Owen nimmt für das Londoner bekanntlich 6—7 kurze Sacralwirbel in Anspruch, kürzer als die ersten Schwanzwirbel, und vor ihnen zwei Lendenwirbel. Alle sind stark beschädigt und durch Kalkspath entstellt. — Nimmt man die Grösse der erkennbareren Wirbel als Maassstab für unser Exemplar, so erhält man, vorausgesetzt, dass derjenige Wirbel, welcher zuerst wieder sichtbar wird, der erste Schwanzwirbel ist, von der hinteren Gelenkfläche des letzten Rückenwirbels bis zum vorderen des ersten Schwanzwirbels einen Raum von 26 mm. Der erste Schwanzwirbel hat eine Länge von 4,5 mm. Nimmt man nach Analogie des Londoner Stückes eine relativ gleiche Grösse für die Sacral- und Lumbar-Wirbel, also etwas kürzere Gestalt an, so könnten ungefähr 7 Wirbel in dem von Gesteinsmasse und vom Becken bedeckten Raum liegen, also etwas weniger, als für das Londoner angenommen werden, wo mindestens 6 Sacral- und 2 Lumbarwirbel, also 8, erkennbar sein sollen. Seeley aber (l. c. pag. 455) nimmt nur 5 Sacralwirbel an, so dass man wohl für beide Exemplare ungefähr auf dieselbe Zahl kommen wird.

d. Die Schwanzwirbel.

Die Reihe, welche den Schwanz des Berliner Exemplars zusammensetzt, besteht aus 20 Wirbeln, von welchen die ersten 4 sehr kurz sind und lange breite Querfortsätze haben. Der 5. steht in Länge zwischen diesen und den folgenden und hat nicht mehr die langen Querfortsätze; die übrigen sind lang und haben auf der Seite der Wirbelkörper nur eine Leiste, welche die Querfortsätze vertritt. — Die Dimensionen der ersten 3 Wirbel sind ungefähr dieselben: sie sind 4 mm lang und ebenso hoch. Nur der Querfortsatz des ersten Wirbels ist deutlich erhalten, 4 mm lang, an seinem distalen Ende abgerundet, von oben nach unten comprimirt. Die Querfortsätze der folgenden beiden sind stark verletzt, vom Wirbelkörper abgeknickt und auf der Oberfläche, wie die dazugehörigen Wirbel auch, zersplittert. Der 4. Wirbel ist schon 6 mm lang und hinten 3 mm hoch; sein Querfortsatz scheint schon kürzer gewesen zu sein, als die der vorhergehenden; doch ist auch er nicht gut erhalten. Der 5. Wirbel ist 7 mm lang und 3 mm hoch, der Querfortsatz dehnt sich in die Länge oder vom proximalen zum distalen Ende aus und ist dabei kurz. — Auf den folgenden Wirbeln erscheint der-

endet, und dahinter noch 2 oder 3 andere, ebenso gestaltete. Es wäre dann anzunehmen, dass vielleicht in der Medianebene eine Reihe, sich z. Th. überdeckender rippenartiger, zarter Knochen gelegen hätten, um dem Ganzen noch mehr Halt zu verleihen. — Es war jedoch darüber keine Klarheit zu erlangen.

selbe, wie erwähnt, in Gestalt einer auf der Seitenmitte des Wirbelkörpers entlang laufenden Leiste, über und unter welcher eine Rinne liegt. Diese Querleiste zeigen übrigens nur die ersten 3 oder 4 dieser Wirbel, dann verschwindet auch sie, die Wirbelkörper werden fast ganz cylindrisch, in der Mitte des Körpers unten und an den Seiten etwas dünner, nach den Gelenkflächen zu sich wieder etwas verbreiternd. Eigenthümlich ist die Art der Gelenkung, welche bei der Seitenlage der Wirbel ziemlich deutlich zu erkennen ist. Die einzelnen Wirbel greifen am hinteren Ende mit einem Fortsatz über den folgenden oben weg; wahrscheinlich sind es zwei hintere Zygapophysen, welche sich an entsprechende vordere des folgenden Wirbels legen, und zwischen ihnen liegt in der Medianebene noch ein nadelspitzenartiger kurzer Fortsatz, welcher sich oben auf das vordere Ende des folgenden legt. Die Verbindung durch die Zygapophysen ist meist durch Kalkspath undeutlich gemacht, die oberen Fortsätze sind aber meist gut zu sehen, und namentlich an dem Londoner Exemplar vortrefflich zu beobachten, dessen Schwanzwirbelsäule von oben sichtbar ist. — Die Längen der einzelnen Wirbel sind folgende:

6. Wirbel 7 mm	10. Wirbel 11 mm	14. Wirbel 11 mm	18. Wirbel 8 mm
7. „ 9 „	11. „ 12 „	15. „ 9.5 „	19. „ 7 „
8. „ 9 „	12. „ ? 11 „	16. „ 9 „	20. „ 8
9. „ 11 „	13. „ ? 9 „	17. „ 8	

Die Länge des 12. und 13. Wirbels ist nicht genau anzugeben, weil zwischen beiden ein Sprung durch die Platte geht, welcher die Wirbel verletzt hat; dadurch erscheint namentlich der 13. Wirbel wohl zu kurz. — Im Allgemeinen ergiebt sich, dass die Wirbel von vorn ungefähr bis zur Mitte allmählich an Länge zu-, von da wieder allmählich abnehmen; der letzte endet nadelspitz. Die oben angegebenen Maasse betragen zusammen 139,5 mm; rechnet man dazu die 28 mm, welche die ersten 5 Wirbel zusammen lang sind, so ergiebt sich für den ganzen Schwanz eine Länge von 167,5 oder rund 170 mm, wenn man die durch den Sprung der Platte und durch die Bedeckung des vorderen Theils des ersten Wirbels mit Gesteinsmasse entstandene Verkürzung in Anrechnung bringt. Die Höhe der Wirbel variirt zwischen 2 und 3 mm; doch konnten genauere Maasse nicht genommen werden, weil hier oft kleine Zerquetschungen und Zersplitterungen vorhanden sind. Nach Seeley (l. c. pag. 455), welcher dem Schwanz unseres Exemplars einen Wirbel zuviel (nämlich 21) zuschreibt, scheint das Londoner 23 Schwanzwirbel besessen zu haben, davon die ersten 9 mit Querfortsätzen. Da R. Owen nur an 5 Wirbeln Querfortsätze gesehen hat, ergiebt sich schon aus dieser Verschiedenheit der Angaben, wie schwer es ist, die Grenze zwischen den letzten Sacral- und den ersten Caudalwirbeln zu ziehen. Um diese bestimmt festzustellen, ist anderes Material nothwendig; aber so lange dies nicht vorhanden ist, darf man auf solche unsichere Dinge hin auch nicht Artverschiedenheiten entdecken wollen, wie es Seeley versucht. Ich wenigstens würde es nach eingehendstem Studium des Londoner Stückes grade auch in Bezug auf diese Wirbelpartie nicht wagen, mit positiven Zahlangaben zu kommen. Freilich ist Seeley auch nicht sicher in der Zahl der Wirbel der einzelnen Reihen, aber er nutzt dieselben trotzdem in erwähnter Weise aus. — In der Owen'schen Beschreibung der Wirbelsäule des zuerst gefundenen Stückes sind mancherlei Unrichtigkeiten untergelaufen. Owen sieht gemäss der Lage, welche er dem ganzen Stück giebt, die dem Beschauer zugewendete Seite der Schwanzwirbelreihe als die untere an, während sie in Wahrheit die obere ist. Ferner bestreitet er das Vorhandensein von Processus spinosi, die allerdings nur in Gestalt einer niedrigen langen Leiste über die Medianlinie der Wirbel fortlaufen, aber sowohl an dem Londoner Stück von oben, als auch an unserem von der Seite deutlich zu sehen sind. Diese Processus sind es auch, welche sich spitz auf das proximale Ende des nächsten Wirbels auflegen, wobei sie oben in der Mitte eine seichte Furche bekommen. Vorn sind diese Processus niedriger, hinten erheben sie sich mehr. Neben ihnen steht jederseits am distalen Ende eine kleine Erhöhung, welche sich auf den folgenden Wirbel auflegt; es sind die von oben gesehenen Zygapophysen, welche an unserem Exemplar auf der Seite liegen und die Gelenkung der Wirbel von der Seite als gebogene Linie erscheinen lassen. Die Wirbel gelenken also nicht, wie R. Owen angiebt, mit geraden cylindrischen Articulationsflächen, sondern mit einfachen Flächen

der Wirbelcentren und mit hinteren Zygapophysen, welche noch durch eine Spitze des sehr niedrigen oberen Processus unterstützt werden; sie gelenken also viel fester und complicirter, als bisher angenommen wurde. — R. Owen bestreitet ferner das Vorkommen von verknöcherten, fadenförmigen Ligamenten, welche bei den Pterodactylen oft so deutlich sind. Nun zeigt aber unser Exemplar mit grösster Klarheit vom 12. bis zum 16. Wirbel kleine, nadelfeine, etwa 5 mm lange Knöchelchen, welche oben von der Gelenkung zwischen zwei Wirbeln abgehen und scharf nach vorn gewendet sind. Ihrer Lage und Beschaffenheit nach können das nur verknöcherte Bänder sein; schon ihre Richtung allein weist jeden Gedanken an irgend welche Fortsätze zurück. Nachdem dies an unserem Exemplar gesehen und erkannt war, gelang es mir auch an dem Londoner Exemplar die gleichen feinen Knöchelchen an mehreren Wirbeln, fest an die Wirbelkörper gepresst und nach vorn gerichtet, aufzufinden; und auch Herr Woodward bestätigte das. — Owen hat auf dies angebliche Fehlen verknöcherter Bänder besonderes Gewicht gelegt und auch hervorgehoben, dass man einzelne Wirbel von *Rhamphorhynchus* und *Dimorphodon* durch den Besitz derselben von einzelnen *Archaeopteryx*-Schwanzwirbeln würde unterscheiden können. Nach unseren Beobachtungen beruht jedoch der Unterschied auf Form und Gelenkung, wie noch gezeigt werden wird; verknöcherte Bänder kommen beiden zu, wenn auch der *Archaeopteryx* allerdings in viel schwächerem Maasse [1]). — Ueber die Vergleichungspunkte, welche der so beschaffene Schwanz von *Archaeopteryx* mit dem der Reptilien und Vögel bietet, wird unten ausführlich discutirt werden.

3. Der Schultergürtel.

Bei der sonst so vollkommenen Kenntniss, welche wir über die Osteologie der *Archaeopteryx* durch die beiden bekannten Exemplare besitzen, ist es ganz besonders zu bedauern, dass an dem Schultergürtel nur unzusammenhängende, z. Th. durch Hypothesen gestützte Beobachtungen zu machen sind. — An dem Londoner Exemplar hat Owen nur die Scapula und die Furcula erkannt, Marsh glaubt auch noch das Sternum gesehen zu haben. An dem Berliner Exemplar sind deutlich nur die Scapulae erhalten und daneben andere Knochenfragmente, welche ich z. Th. als Coracoidea, die ich auch an dem Londoner Stück zu erkennen glaube, z. Th. als Furcula anspreche. Hiernach könnte es allerdings scheinen, dass alle Elemente des Schultergürtels bekannt sind, aber namentlich bezüglich Sternum und Coracoiden ist das Ueberlieferte durchaus ungenügend, um ein nur einigermaassen befriedigendes Bild von diesem so wichtigen Apparat zu erhalten, dessen Kenntniss grade hier von um so grösserer Wichtigkeit wäre, als er so wesentlich für die Entscheidung der Frage über die systematische Stellung und die morphologische Bedeutung in's Gewicht fallen müsste.

a. Scapulae.

Die Scapulae sind beide in natürlicher Lage erhalten, aber nur in einzelnen Theilen. Die rechte Scapula ist zwar vom proximalen bis zum distalen Ende vorhanden, aber einmal ist ersteres beim Abheben der Gegenplatte stark verletzt, und zweitens ist ein Theil des Schaftes abgebrochen. Der Knochen besitzt in Uebereinstimmung mit dem, was an dem Londoner Exemplar schon beobachtet wurde, und was auch C. Vogt an dem Berliner Exemplar erkannte, eine von oben nach unten stark comprimirte, lange, schmale, ein wenig nach aussen gekrümmte Gestalt und am proximalen Ende einen nach innen und vorn gerichteten Fortsatz, den Processus furcularis, an den sich wohl die Furcula angelegt haben mag. Die Dimensionen sind folgende: Länge 43 mm; Breite am proximalen Ende hinter dem Processus furcularis 6 mm, in der Mitte 4 mm; am distalen Ende ist der Knochen verletzt, doch wird seine Breite auch hier ungefähr 4 mm betragen haben. Der Processus furcularis ist nach der Medianebene des Thieres gewendet und von

[1]) R. Owen. Fossil reptilia of the liassic formations. Part. III. pag. 72

aussen nach innen (der Mitte) 7 mm lang. Die Oberfläche ist abgesprungen, so dass man in das mit Kalkspath ausgefüllte Innere des Knochens sieht. Unmittelbar hinter diesem Fortsatz zeigt die Oberfläche eine muldenförmige Vertiefung und neben derselben dicke Bruchflächen. Da die linke Scapula in diesem Theil gewölbt ist, so kann ich das verschiedene Aussehen kaum anders erklären, als dass die obere Fläche der Scapula an der Gegenplatte hängen geblieben ist[1]) und man nun auf die innere Fläche der Unterseite sieht, wofür auch die Bruchflächen am Rande dieses Theiles sprechen. Denkt man sich dies restaurirt, so wird die Scapula auch in diesem Theile gewölbt und der Processus furcularis höher sein, als er jetzt erscheint. — Ferner ist auch die Stelle weggebrochen, wo der Humerus zu gelenken hat, also die Glenoidalfacette, doch ist ihre Lage durch die des Humerus, der in ungestörter Lage liegt, bestimmt. — Ueber die Form der Oberfläche giebt die linke Scapula Aufschluss, welche indess kaum zur Hälfte sichtbar ist, dann durch die Wirbelsäule verdeckt wird. Sie ist flach gewölbt, glatt, vorn verdickt und mit einem nach der Mitte vorspringenden Fortsatz versehen, der aber durch den von mir als Coracoid gedeuteten Knochenrest z. Th. verdeckt wird. Diese ganze proximale Partie ist ihrer obersten Knochenlage beraubt und daher so undeutlich geworden, dass sich nichts genaueres feststellen lässt. — Nimmt man das zu Hülfe, was die am Londoner Exemplar erhaltene Scapula erkennen lässt, so erhält man eine schwach säbelförmig gekrümmte, von oben nach unten stark comprimirte, mit einem deutlich entwickelten Processus furcularis versehene Scapula, welche sowohl in Form, wie in den einzelnen Theilen mit der der lebenden Vögel gut übereinstimmt. Es ist hier zu bemerken, dass derjenige Knochen, welcher von R. Owen als rechte Scapula angesprochen wurde, von O. C. Marsh als Sternum gedeutet wird. Darüber wird weiter unten zu discutiren sein, aber jedenfalls müsste diese Scapula die linke sein; die von R. Owen als linke Scapula (51′) angesprochene ist in der That die rechte, wie schon aus der Lage des Processus furcularis hervorgeht. Auch sie zeigt die Concavität zwischen dem Fortsatz und der Glenoidalfacette, wie bei lebenden Vögeln, worauf Owen auch besonders aufmerksam macht. Dadurch wird allerdings meine obengegebene Deutung, dass die Concavität, die an unserem Exemplar sichtbar ist, nur die Innenseite der unteren Hälfte sei, in Frage gestellt, und ich gestehe gern, dass ich dieselbe nur angenommen habe, um die Verschiedenheit der Beschaffenheit beider Scapulae desselben Thieres zu erklären. Es wäre aber auch möglich, dass die linke Scapula umgewendet wurde und uns nun die untere (ventrale) Seite zeigt und dass der dann nach aussen weisende Processus furcularis abgebrochen ist, wofür allerdings die Bruchstelle spricht. — Ich habe indess in dieser Beziehung keine genügende Klarheit erlangen können und muss es bei den ausgesprochenen Eventualitäten bewenden lassen.

b. Die Coracoidea.

Unmittelbar rechts neben dem proximalen Ende der rechten Scapula erhebt sich aus der Platte eine knopfartige Erhöhung mit gerundet-dreiseitiger Oberfläche, dicht an die Scapula gepresst und ganz nahe vom Kopf des Humerus. Dieselbe setzt sich in einen unter den Humerus geschobenen, nur auf 2 mm Erstreckung undeutlich sichtbaren Knochen fort. Ich betrachte diesen Knochen als das proximale Ende des rechten Coracoids und zwar den hervorstehenden Knopf als die Tuberositas furcularis desselben. Betrachtet man ein Vogelskelet von der dorsalen Seite, so sieht man in ganz ähnlicher Weise, wie hier, diese Tuberositas über die Gelenkung der Scapula mit dem Humerus hervorspringen. Die dem Beschauer zugewendete Seite würde der Ansatzstelle der Bänder, welche die Verbindung zwischen Coracoid und Humerus übernehmen, entsprechen. Auch von dem linken Coracoid sind Spuren vorhanden; das proximale Ende legt sich auch in Form einer Erhöhung, deren Oberfläche aber abgesprengt ist, auf das Schulterblatt. Von hier aus lässt sich nach rechts hin,

[1]) Leider fehlt der Gegenplatte das betreffende Gegenstück dieses Theiles.

also nach dem Processus furcularis der rechten Scapula zu ein schmaler, oben verletzter Knochen verfolgen, der unter der rechten Scapula seine Fortsetzung haben muss, und den ich als Schaft des Coracoids ansehe, dessen der Medianebene zugewendete Kante hier nach oben gekehrt ist, so dass die innere (der Bauchhöhle zugewendete) Seite zwischen den beiden Scapulae sichtbar wird, wenn man von hinten her diesen Theil beschaut. Es würde also bei dieser Deutung anzunehmen sein, dass durch den Druck des Gesteins das linke Coracoid nach rechts hinübergeschoben wurde, das rechte etwas nach hinten, wie die kleine sichtbare Fortsetzung der vorspringenden Tuberositas auf den etwas dahinter liegenden Humeruskopf beweist. — Zu der Annahme, dass hier Coracoiden vorliegen, wird man auf das Bestimmteste durch die Lage und namentlich die Form der proximalen Enden geleitet, deren hohe knopfartige Vorsprünge auf keinen anderen Schultergürteltheil gedeutet werden können, wollte man auch der *Archaeopteryx* einen reptilähnlichen Schultergürtel zuschreiben; denn auch dann könnte es sich immer nur um Coracoiden handeln. Aber das, was zu beobachten ist, kommt am nächsten doch mit den betreffenden Theilen der Vögel überein, da kein Reptil die dicke und kulpige Tuberositas furcularis wie der Vogel hat. — Endlich bin ich in dieser Auffassung sicher geworden durch das Studium des Londoner Exemplars, an welchem sehr deutlich dieselbe Tuberositas zwischen rechter Scapula und rechtem Humerus aufgedeckt ist. Dieselbe stellt sich hier als ein gerundet vierseitiger Knochen dar, der vorn eine ganz ähnliche Fläche besitzt, wie die obere an dem rechten Coracoid unseres Exemplars. Man sieht sie, wenn man von vorn her diesen Theil betrachtet. Von oben gesehen läuft ein Kamm von vorn nach hinten über den Knochen hin, welcher der Kante zwischen der oberen Fläche und der Tuberositas humeralis zu entsprechen scheint, die auch am Vogelcoracoid deutlich hervortritt. Die Tuberositas scapularis mit der Gelenkfläche für die Scapula ist noch in ursprünglicher Lage mit letzterer verbunden und durch sie verdeckt. — R. Owen hat (l. c. pag. 37) diesen Knochen, welcher nach ihm auf den ersten Blick das humerale Ende des Coracoids zu sein scheint, als einen Theil des Humerus gedeutet, entsprechend der Tuberositas an der ulnaren Seite des halbeiförmigen Kopfes, welcher beim Vogel das pneumatische Loch überdacht. Aus der Lage geht aber hervor, dass das nicht der Fall ist. Das proximale Humerus-Ende ist am Londoner und Berliner Exemplar vollkommen sichtbar. Dass der bewusste Knochen nicht dazu gehört, beweist seine Fortsetzung am Berliner Exemplar, welche sich unter den Humeruskopf schiebt. — C. Vogt hat eine andere Ansicht über die Coracoiden geäussert. Die von mir als Coracoiden gedeuteten Knochen erwähnt er überhaupt nicht, nach seinem auf pag. 342 seines Vortrags gegebenen Holzschnitt hat es den Anschein, als wenn er die knopfartige Erhöhung, also den Processus furcularis nach unserer Auffassung, mit zur rechten Scapula gezogen hätte. Als ihm das Exemplar und später die Photographie zum Studium vorlagen, bemerkte er eine quere Medianplatte zwischen den beiden Scapulae, etwas concav, 7 mm lang und 12 mm breit. Diese Platte trug in der Mitte einen graden, von vorn nach hinten gehenden Spalt, welchen er für eine Symphyse hält, darüber aber in Ungewissheit bleibt, weil ein Querspalt, der sicher ein Bruch ist, von der Mitte der medialen Spalte nach rechts abgeht. Er kommt dann weiter zu dem Resultat, dass die beiden Coracoiden, nachdem die (beim Crocodil nur schmale) proximale Partie des Sternums auf Null reducirt sei, sich in der Mittellinie berühren und dann die Form hätten annehmen können, welche ihm *Archaeopteryx* zu haben scheint. — Auf der Photographie hebt sich diese quere Medianplatte dunkel von ihrer Umgebung ab und lässt auch deutlich die erwähnten Spalten erkennen, und als das Stück nach Berlin kam, wurde es auch hier allgemein bei flüchtiger Betrachtung als Knochen angesprochen, über dessen Deutung die Meinungen allerdings stark auseinandergingen. Die Platte war nämlich dunkler und gelblicher gefärbt, als der übrige Theil der Gesteinsplatte, zugleich auch auf der Oberfläche glatter und sah so in der That in Färbung und Glätte den Knochen sehr ähnlich. — Als ich mich aber genauer mit der Untersuchung der *Archaeopteryx* zu beschäftigen begann, konnte ich bald erkennen, dass hier keineswegs eine Knochenplatte vorhanden sei, sondern dass die praesumirte Knochenplatte lediglich ein Stückchen Gestein war, welches, zwischen beiden Schulterblättern liegen geblieben, die Längs- und Quer-

spalte hatte. Das wurde denn auch von allen Paläontologen und Zoologen, welchen ich die Platte zeigte, anerkannt und bestätigt; und erst nachdem darüber absolute Gewissheit vorhanden war, entschloss ich mich zum Abheben derselben, um den eventuell darunter liegenden Theil des Schultergürtels bloszulegen. Bei der grossen Wichtigkeit nämlich, welche grade dieser Theil durch die Deutung, welche ihm Vogt gegeben hatte, und durch die äusserst weitgehenden Schlüsse, die daran geknüpft wurden, erlangt hatte, war es misslich, ihn fortzuschaffen, da immer behauptet werden konnte, es sei nicht so gewesen und die Medianplatte habe doch aus Knochensubstanz bestanden. Einmal aber ist noch die Photographie da, welche den betreffenden Theil in seiner damaligen Form klar zeigt, und zweitens kann man sich auch leicht noch jetzt überzeugen, dass hier keine Knochenplatte gelegen hat, denn dicht an den Schulterblättern ist die Platte heute noch ebenso, wie damals, müsste also noch heute Knochensubstanz zeigen. — Ist somit die Vogt'sche Annahme, dass *Archaeopteryx* in der Medianlinie verwachsene Coracoiden besessen habe, beseitigt, so ist es auch nicht mehr nothwendig, auf die Schlüsse einzugehen, welche er bezüglich der Reptiliennatur der *Archaeopteryx* daraus zieht, ebensowenig wie auf die Ansicht Seeley's, welcher der Ansicht Vogt's entgegen dieses Stück als Sternum deuten möchte. Es ist eben weder Coracoid noch Sternum gewesen, sondern Gesteinsmasse, die durch Glätte und dunklere Färbung auf der Photographie die Farbe der wirklichen Knochen angenommen hatte und dadurch leicht für einen solchen gehalten werden konnte.

c. Die Furcula.

Von der Furcula ist nur ein kleines Fragment sichtbar, welches unmittelbar vor dem proximalen Ende der linken Scapula liegt und den linken Humeruskopf überdeckt. Es ist 6 mm lang, 2,5 mm breit, am proximalen Ende abgebrochen und mit dem distalen unter der Oberfläche der Platte verborgen. Die stark comprimirte Beschaffenheit ist auf dem Querbruch deutlich wahrzunehmen, welcher einen niedrig-elliptischen Umriss hat; vorn und hinten sind scharfe Kanten vorhanden.

So unbedeutend auch dieses Fragment an und für sich ist, so wichtig wird dasselbe zur Entscheidung der Frage, ob das von Owen für das Londoner Exemplar als Furcula angenommene, nahezu vollständig erhaltene Knochenfragment wirklich die Furcula ist oder nicht. In der That legt die Form desselben sofort die Vermuthung nahe, dass die Owen'sche Auffassung die richtige ist. Aber C. Vogt hat diesem Stück eine ganz andere Deutung gegeben, nämlich als Praepubis. — Wagner hatte zuerst darauf hingewiesen, dass bei gewissen Pterodactylen vorn am Becken ein gabelförmiger Knochen läge, welchen er als zusammengewachsene Pubes erklärte. Später haben Marsh und Seeley an lebenden Vögeln (*Apteryx* und *Geococcyx*) nachgewiesen, dass diese sog. Pubis ein viertes Becken-Element ist, welches sie Praepubis nannten und welches auch bei denjenigen Vögeln, welche dasselbe anscheinend entbehren, als knopfförmiger Vorsprung am vorderen Rande des Acetabulum erscheint, während die bekannten, unter dem Ischium liegenden, dünnen, rückwärts gewendeten Knochen des Vogelbeckens, die man bisher als Pubes angesehen hatte, nunmehr als Postpubes bezeichnet werden. Diese vier Elemente — Ilium, Ischium, Pubis und Postpubis — erscheinen auch bei vielen Dinosauriern. C. Vogt hat nun, wie erwähnt, den am Londoner Exemplar zwischen den Flügeln liegenden, gabelförmigen Knochen als eine solche pterodactylen-ähnliche, zusammengewachsene Praepubis angesprochen und stützt sich dabei nur auf die äussere Aehnlichkeit mit den von Wagner bei *Rhamphorhynchus* beschriebenen Knochen, ferner darauf, dass das betreffende Bruchstück der Londoner Platte ausser Zusammenhang und zerbrochen sei, und endlich darauf, dass an dem Berliner Exemplar eine Furcula nicht zu sehen sei. Wäre letzteres in der That der Fall, so könnte auch daraus noch kein Schluss auf das Fehlen der Furcula gemacht werden, da der Schultergürtel von der dorsalen Seite entblösst ist, die Furcula aber auf der ventralen liegt und somit höchst wahrscheinlich durch Gesteinsmasse hätte verdeckt bleiben müssen. Nun hat sich aber glücklicherweise das proximale Ende des linken Furcula-Astes durch den Druck im Gestein so heraufgeschoben, dass es deutlich zu sehen

ist. Die Uebereinstimmung in Form und Dimensionen zwischen den betreffenden Stücken des Londoner und Berliner Exemplars, sowie bei letzterem die Lage zu den übrigen Theilen des Schultergürtels lassen wohl keinen Zweifel mehr aufkommen, dass Owen's Ansicht die richtige ist und *Archaeopteryx* eine wohlentwickelte, vogelgleiche Furcula besessen habe. — Uebrigens steht C. Vogt mit seiner Annahme isolirt; mir ist kein anderer Autor bekannt, der sich ihm angeschlossen hätte, und Seeley, der auch von der Furcula an der Photographie des Berliner Exemplars nichts gesehen hatte, weil dieselbe dort sehr undeutlich wiedergegeben ist, tritt der Vogt'schen Ansicht scharf entgegen. Er führt mit Recht dagegen an, dass die sog. Pubis Vogt's viel zu weit gespreizt sei, dass die Beckenknochen von *Archaeopteryx* dünn seien, während dieser Knochen kräftig sei, dass er vorn auf der Platte liegt, weit vom Becken entfernt, und endlich seine breite V-förmige Gestalt. Alles das scheint ihm eine genügende Rechtfertigung der Owen'schen Ansicht, und in Folge dessen verwirft er auch die von Vogt an die Deutung als Pubis geknüpften Schlüsse über die Verwandtschaft des *Archaeopteryx*-Schultergürtels mit dem der Reptilien, speciell dem der Crocodile.

d. Sternum.

Wenn es bisher möglich war, die einzelnen Theile des Schultergürtels, Scapulae, Coracoidea und Furcula, wenigstens als vorhanden nachzuweisen, wenn auch bezüglich der beiden letzteren leider weder ihre Form noch ihre Verbindung unter einander und mit der Scapula zu ermitteln ist, so sieht es mit dem, was wir vom Sternum wissen, sehr schlecht bestellt aus. Grade dieser, für den Vogel so überaus wichtige und charakteristische, dem ganzen Skelet das eigenthümliche Gepräge verleihende Knochen ist bei dem Berliner Exemplar gar nicht sichtbar und beim Londoner, wenn überhaupt, äusserst fragmentär und undeutlich. — In der Owen'schen Beschreibung ist vom Sternum gar nicht die Rede; sondern die erste Nachricht von dem Vorhandensein eines solchen giebt O. C. Marsh in „Jurassic birds and their Allies“ [1]), wo wir unter den von ihm an *Archaeopteryx* beobachteten Charakteren finden: „3. A well-ossified, broad sternum.“ Da auf der Berliner Platte keine Spur davon zu sehen ist, so musste Marsh dasselbe auf der Londoner Platte entdeckt haben; aber auch an dem vortrefflich ausgeführten Gypsabguss, den ich zum Studium vor mir hatte, konnte ich nichts davon entdecken. Als ich später das Londoner Exemplar im Original studirte, gelang es mir auch hier nicht, etwas Sternum-ähnliches zu finden, bis mir Herr H. Woodward den Knochen zeigte, welchen Marsh für das Brustbein nimmt. — Ich muss nun gestehen, dass ich selbst niemals auf diese Deutung gekommen wäre, denn ein auch nur einigermaassen triftiger Grund, grade dieses Stück für ein Sternum zu halten, liegt nicht vor. Marsh hält denjenigen Knochen für das Sternum, welchen Owen als die rechte (in Wahrheit linke) Scapula deutet. Derselbe liegt zwischen der Furcula und den Knochen der linken (nach Owen rechten) Vorderextremität und ist mit 51 bezeichnet. Es ist ein dünnes, wenig gekrümmtes Bruchstück, welches mit einer scharfen, etwas verletzten Kante aus der Gesteinsplatte hervorsieht. Owen sagt darüber: „The right scapula retains almost its natural relative position to the trunk, and is imbedded in the matrix exposing its lower sharp margin.“ Ich wüsste dieser Beschreibung nichts hinzuzufügen, aber auch keine bessere Deutung des betreffenden Theils zu geben. — Leider hat Marsh bisher keine weitere Begründung seiner Ansicht veröffentlicht, so dass ich auf dieselbe auch nicht näher eingehen kann. Aber einige aus der allgemeinen Beschaffenheit des *Archaeopteryx*-Skelets sich ergebende Erwägungen mögen wenigstens die Unwahrscheinlichkeit der Marsh'schen Ansicht darthun. Falls der betreffende Knochen in der That das Sternum wäre, so würde für dasselbe eine Dimension anzunehmen sein, wie sie im Durchschnitt bei den Carinaten sich findet, also fast ganz oder ganz die ventrale Seite des Rumpfes bedeckend. Ein so ausgedehntes Sternum lässt sich ohne feste Verbindung mit den Rippen nicht denken, und wir müssten daher an den wahren Rippen der *Archaeopteryx*

[1]) British association for the advancement of science at York. 1881.

auch die Sternalrippen finden, welche die Verbindung herstellen; ja es wäre im höchsten Grade auffallend, wenn bei einem so ausgedehnten Sternum nicht auch die bei lebenden Carinaten niemals fehlenden Processus uncinati vorhanden gewesen wären. Und dass das Sternum nach Marsh's Ansicht carinat gewesen sein muss, geht aus seinen Worten (l. c.) hervor: „It probably supported a keel, but this is not exposed in the known specimens." — Dem gegenüber stehen nun die langen, dünnen Rippen, welche keine Sternalrippen absenden und auch keine Processus uncinati tragen. Freilich sind die vordersten Rippen bedeutend kürzer, als die mittleren und mögen sich vielleicht an ein Sternum, dessen ehemaliges Vorhandensein auch ich für durchaus wahrscheinlich, ja für zweifellos halte, befestigt haben, nur darf man nicht ein Sternum von der Grösse reconstruiren, wie es bei Annahme der Marsh'schen Ansicht geschehen müsste. Es kommt noch eins hinzu, nämlich das Vorhandensein von Bauchrippenpaaren. Dieselben liegen sicher nicht weit aus ihrer natürlichen Lage verschoben, wie ein Blick auf die Abbildung lehrt; aber lasse man sie auch etwas nach vorn geschoben sein, so bleibt doch zwischen dem Schultergürtel und dem ersten Bauchrippenpaar nur Platz für ein viel kleineres Sternum, als es nach Marsh'scher Ansicht sein soll. Daran wird wohl Niemand denken wollen, dass die Bauchrippen von *Archaeopteryx* sich auf die Innen- oder Aussenseite des Sternums gelagert hätten; denn überall, wo sie beobachtet sind, liegen sie hinter dem Sternalapparat und schützen die hintere Rumpfgegend von unten, wie beim Crocodil, bei *Nothosaurus, Plesiosaurus, Ichthyosaurus, Pterodactylus* etc. Auch die Lage und Beschaffenheit der Bauchrippen involvirt also ein kleineres Sternum, als Marsh annimmt. — Ich kann mich aus diesen Gründen der Marsh'schen Ansicht nicht anschliessen und betrachte den fraglichen Knochen mit Owen als Scapula. — Aber wo, so wird man fragen, ist denn nun dieser grosse Knochen hingekommen, welchen beide Exemplare besitzen sollen, aber nicht zeigen? Ist es richtig, dass das Londoner Exemplar, ehe es zur Ablagerung kam, von Fischen und Crustaceen zerrissen und zerfressen wurde, so kann es nicht Wunder nehmen, dass grade dieser Theil, an dem die grössten Muskeln, das beste Fleisch, haften, am meisten in Angriff genommen und leicht verschleppt werden konnte; und so könnte man sein Fehlen am Londoner Exemplar vielleicht erklären. Am Berliner Exemplar verbietet eigentlich von selbst die ventrale Lage des Schultergürtels und der Vorderextremitäten das Sichtbarsein eines Sternum, da es bei der ruhigen, ungestörten Lage des Thieres von den darüberliegenden Knochen des Schultergürtels und der den Ventralraum nach Verwesung der Weichtheile ausfüllenden Gesteinsmasse verdeckt werden musste. Ich zweifle nicht, dass, wenn man die Unterseite unserer Platte praepariren könnte, man auch über die Beschaffenheit des Sternum klar werden würde, denn es ist in hohem Grade unwahrscheinlich, dass grade dieser grosse und mit dem übrigen Skelet ziemlich fest verbundene Knochen, allein fortgeführt worden sein sollte, wo doch sämmtliche übrigen Skeletreste in natürlicher Lage zu einander und z. Th. noch in ursprünglicher Verbindung mit einander erhalten sind.

4. Die Vorderextremitäten.

Die am schönsten und deutlichsten erhaltenen Theile des Skelets sind die beiden Vorderextremitäten mit ihren Federn. Ihre Lage zur Medianebene ist auffallend gleich; ebenso sind es auch die Winkel, in welchen die einzelnen Theile zusammenstossen. Auffällig ist weiter namentlich die analoge Lage der Finger, welche rechts wie links bis in's kleine Detail übereinstimmt. Alles das beweist, dass die natürliche Stellung dieser Theile aufbewahrt wurde, aus welcher wir somit, wie gezeigt werden soll, weitere Folgerungen über die Art der Fortbewegung des Thieres auf der Erde ableiten können.

a. Der Humerus.

Beide Humeri sind von der dorsalen Seite sichtbar. Der rechte Humerus liegt völlig frei, der linke ist am proximalen Ende durch Scapula und Furcula verdeckt. Der proximale Rand für die Gelenkung mit Scapula und Coracoid ist stark convex und geht nach vorn in den Trochanter externus über, dessen vorderer

Rand flach convex gerundet ist. Der Trochanter endigt in einer scharfen Spitze, unter welcher der cylindrische Schaft des Knochens beginnt, der grade nach unten verläuft, bis er sich nahe vor der unteren Gelenkrolle ein wenig nach vorn biegt. Von der Gelenkrolle ist nur der äussere Theil in Gestalt einer Kugel sichtbar. Der hintere Rand läuft vom proximalen Ende flach nach innen gebogen bis zum unteren Ende des Trochanter externus und folgt von da dem äusseren parallel bis zur Gelenkrolle. Die Oberfläche des Humerus ist glatt und flach im oberen Theil bis zum Ende des Trochanter, dann erhebt er sich zum Cylinder. — Dimensionen:

Länge vom proximalen zum distalen Ende	63 mm
Länge des Trochanter externus bis zur Spitze	19
Breite des proximalen Gelenkkopfes	7 „
Breite vom Innenrande zur Mitte des äusseren Randes des Trochanter externus	10 „
Durchmesser (durchschnittlich) des Schaftes	3

R. Owen hat den auf der rechten Seite der Londoner Platte gelegenen Humerus gemäss seiner Auffassung, dass das Thier auf dem Rücken liege, als den linken beschrieben und fasst demgemäss den dort sichtbaren Trochanter als die Crista pectoralis auf. Ein Vergleich mit den Oberarmen unseres Exemplars zeigt aber, dass es der rechte Humerus, und zwar von der unteren (ventralen) Seite gesehen, ist. Die dorsale Seite ist, wie ein Blick auf die Abbildung lehrt, völlig flach, während an dem Londoner Exemplar eine breite, tiefe Rinne vom Kopf bis zu der Stelle verläuft, wo der Trochanter in den Schaft übergeht, und zwar noch bis unterhalb der Spitze, welche ihn, von aussen gesehen, begrenzt. Davon ist an unserem Exemplar keine Spur vorhanden, und schon dieser Umstand muss die Vermuthung wachrufen, dass man die ventrale Seite vor sich hat. R. Owen hat nun folgerichtig diejenige Crista als die Crista pectoralis angesprochen, welche nach innen zu liegt. Unser Exemplar zeigt aber, dass sie am Aussenrand vorhanden ist, also dem Trochanter externus entspricht. Ist das einmal festgestellt, so ergiebt sich leicht, dass nur der rechte Humerus von innen gesehen die Lage haben kann, welche der betreffende Knochen auf der Londoner Platte hat, denn nur dann kann die Crista nach hinten gelegen sein, während gleichzeitig das distale Ende von der Medianebene nach rechts gewendet ist, wenn wir den rechten Humerus vor uns haben. Der linke kann niemals in diese Lage gebracht werden. — Dadurch aber, dass der rechte Humerus auf der Londoner Platte von der Innenseite, auf unserer von der Aussenseite sichtbar ist, ist seine Gestalt in allen Theilen bestimmt und zeigt, dass gerade dieser Skelettheil recht erheblich von dem betreffenden der ausgewachsenen lebenden Vögel abweicht. Es fehlt der dicke Humeruskopf, es fehlt das pneumatische Loch unter der Pectoralcrista, es fehlt die Pectoralcrista ganz und gar, wenn man nicht den durch die breite Furche auf der Unterseite am hinteren Rande begrenzten Theil als Ersatz ansehen will. Nur der Trochanter externus entspricht in Lage und Grösse einigen lebenden Vögeln, namentlich dem Raben und Falken, auch ist neben ihm auf der Unter- (Innenseite) an dem Londoner Exemplar die Rinne deutlich, welche diesen Trochanter von der Oberfläche für den Bicipitalis trennt („coulisse bicipitale“ nach Milne Edwards). Die fast gänzliche Reduction der Pectoralcrista, welche bei den lebenden Vögeln zur Insertion des grossen Musculus pectoralis dient, fällt schwer in's Gewicht bei der Beurtheilung der Flugkraft von *Archaeopteryx* und steht in Harmonie mit den oben ausgesprochenen Ansichten über die Grösse des Sternum.

b. Radius und Ulna.

An beiden Vorderextremitäten sind Radius und Ulna vom proximalen bis zum distalen Ende vollkommen erhalten und in praeaxialer Ansicht sowie in natürlicher Lage zu einander vorhanden. — Der Radius ist völlig gerade, am proximalen Ende zur Gelenkung am Humerus etwas verdickt; von der Gelenkfläche selbst ist nur wenig zu sehen; das wenige stimmt gut mit dem Radius der lebenden Vögel überein. So auch die ganze Gestalt. Unter der Gelenkfläche nämlich ist der Radius fast völlig cylindrisch, im distalen Drittel wird

er in prae-postaxialer Richtung comprimirt und zu gleicher Zeit nahe der distalen Gelenkfläche schwach nach aussen gekrümmt. Seine Dimensionen sind schwächer als die der Ulna:

Länge	54	mm
Durchmesser am proximalen Ende	3	„
„ in der Mitte	1,75	„
„ am distalen Ende	4	„

Die Ulna ist etwas stärker als der Radius, schwach nach aussen gekrümmt, an beiden Gelenkflächen verbreitert und zugleich von vorn nach hinten comprimirt. Die Lage zum Radius ist genau diejenige, welche die Ulna auch am lebenden Vogel hat, d. h. am proximalen Ende liegt sie etwas höher, den Radius z. Th. überdeckend, am distalen Ende umgekehrt reicht sie nicht ganz so weit herab als der Radius, auf dessen verbreiterten, äusseren Theil des Endes sie sich legt. Sowohl in Form, wie gegenseitigem Grössenverhältniss, wie Verbindung untereinander kommt der Unterarm also völlig mit dem der übrigen Vögel überein:

Dimensionen der Ulna:

Länge	55	mm
Durchmesser am proximalen Ende	3,75	„
„ in der Mitte	2,5	„
„ am distalen Ende	4,5	„
Entfernung der inneren Ränder des Radius und der Ulna von einander, in der Mitte gemessen	3	„

Das hier über den Unterarm mitgetheilte stimmt durchaus mit der Beschreibung, welche Owen von den entsprechenden Theilen des Londoner Stückes giebt, überein; dass Owen auch hier rechts und links verwechselt hat, geht aus der Lage des Humerus hervor, zu welchem auf der rechten Seite die Knochen des Unterarms in natürlicher Stellung liegen, also auch von der inneren Seite sichtbar sind, wie das oben vom Humerus bereits nachgewiesen wurde. Daher stammen auch die kleinen Differenzen im Aussehen der proximalen und distalen Enden der Unterarme beider Exemplare, namentlich das anscheinend viel grössere und breitere proximale Ende der Ulna am Londoner Stück, das aber gerade von innen gesehen so erscheinen muss, wenn es mit der Ulna lebender Vögel übereinstimmen soll. — C. Vogt bemerkt über die Knochen des Unterarmes an unserem Exemplar, dass sie auf die ganze Länge hin getrennt seien, dass die Ulna stärker als der Radius sei, und dass diese Knochen durchaus nichts charakteristisches weder für Reptilien noch für Vögel lieferten. Demgegenüber glaube ich oben gezeigt zu haben, dass gerade der Unterarm in allen erkennbaren Theilen durchaus mit dem der Vögel harmonirt, wogegen es schwer sein wird, ein Reptil ausfindig zu machen, bei welchem der Unterarm bei gleicher relativer Länge zum Oberarm diese Dimensionen des Durchmessers des Radius und der Ulna sowohl an und für sich als auch im Verhältniss zu einander, ferner die Art der Gelenkung der beiden Theile mit einander und mit dem Humerus hat. Gerade der Unterarm ist meiner Ansicht nach durchaus vogelgleich.

d. Carpus.

Der Carpus ist an beiden Armen erhalten, jedoch nicht deutlich genug, um eine klare Vorstellung von seiner Zusammensetzung zu erhalten. Man sieht auf beiden Seiten einen Knochen von gerundet dreiseitiger Gestalt liegen, welcher am distalen Ende eine zwiefache bogige Ausbuchtung für die Gelenkung der beiden ersten Metacarpalien hat und am proximalen Ende mit Radius und Ulna in Verbindung steht. Zunächst ist es aber nicht über jeden Zweifel erhaben, dass nur ein Knochen sichtbar ist. An der linken Extremität läuft nämlich vom proximalen zum distalen Ende nahe dem vorderen Rande eine Furche, welche den Theil des Carpus, an welchem das erste Metacarpale gelenkt, von den übrigen trennt. Ich habe nun nicht genau feststellen können, ob diese Furche eine Trennung des Carpus in zwei Theile, also in ein Radiale und ein Ulnare,

indicirt, oder ob es nur eine Knickung des Knochens ist. Letzteres aber ist das weitaus Wahrscheinlichere, denn einmal ist an der rechten Seite, deren Carpus übrigens weit ungünstiger erhalten ist, nichts davon zu sehen, andererseits ist die erwähnte Furche auch nicht in allen Theilen gleichmässig tief und verläuft sehr unregelmässig. Nimmt man hinzu, dass auch R. Owen am Londoner und C. Vogt an dem Berliner Exemplar nur einen Carpalknochen beobachtet haben, so steht es wohl ziemlich fest, dass in der That nur ein solcher sichtbar ist, der seiner Lage nach nur das Radiale sein kann. Damit ist aber keineswegs gesagt, dass in der Tat nur ein Carpalknochen im Carpus von *Archaeopteryx* vorhanden ist, denn beide Individuen liegen so, dass der eventuelle zweite durch den ersten verdeckt werden muss. — Nehmen wir nun an, dass an unserem Exemplar nur ein Carpalknochen sichtbar ist, dass dieser das Radiale darstellt, und dass an ihm die beiden ersten Metacarpalia articuliren (denn ob auch das dritte an diesem sichtbaren oder an dem eventuell verdeckten zweiten Carpalknochen, dem Ulnare, articulirt, ist nicht festzustellen), so fällt zunächst die Grösse des Radiale auf. Die bekannte Abbildung, welche Gegenbaur[1]) von der Vorderextremität eines Hühnerembryo giebt, lehrt, dass das Radiale bedeutend kleiner, als das Ulnare ist, und weiter lehrt dieselbe Abbildung, dass nur das erste Metacarpale an diesem Knochen articulirt, und auch das nur zum Theil, da es auch noch mit am Ulnare gelenkt. Bei *Archaeopteryx* hätten wir dagegen umgekehrt eine bedeutende Ausdehnung des Radiale, so gross, dass die beiden ersten Metacarpalien an ihm gelenken, ja vielleicht (was aber nicht zu beobachten ist) noch das 3. Metacarpale entweder ganz oder zum Theil. Aber einmal scheint sich das Verhalten im ausgewachsenen Zustande zu verändern, denn auf der Abbildung der Falken-Vorderextremität, welche Owen in der *Archaeopteryx*-Abhandlung (t. 2 f. 2) giebt, ist das Radiale bedeutend grösser und giebt auch die Gelenkfläche für den verwachsenen proximalen Theil der beiden ersten Metacarpalien her, ebenso scheint es der Fall zu sein auf dem Bilde, welches Vogt (l. c. pag. 241 f. 21) von dem betreffenden Theil einer Holztaube mittheilt, und endlich giebt Selenka[2]) an, dass das Ulnare gewöhnlich viel grösser (Pinguin, *Alca*) oder etwas grösser (Raubvögel)[3]), oder kleiner ist *(Uria, Otis)* als das Radiale. Es ist also klar, dass die relativen Dimensionsverhältnisse der beiden Elemente des Vogelcarpus beträchtlichen Schwankungen unterliegen, und dass unter diesen Umständen der *Archaeopteryx*-Carpus ein sehr grosses Radiale besessen haben mag. Freilich befremdet das insofern, als gerade beim Vogelembryo das Radiale besonders klein zu sein scheint, und *Archaeopteryx*, wie später gezeigt werden wird, mannigfache Eigenschaften, die die heutigen Vögel nur im Embryo zeigen, noch als ausgewachsenes Thier an sich trägt. Demgegenüber ist aber nochmals zu betonen, dass es nicht feststeht, dass nur ein Carpalknochen sichtbar ist, und zweitens, dass das Vorhandensein nur eines Carpalknochen überhaupt nicht vereinzelt dastehen würde, da derselbe auch noch bei lebenden Vögeln — *Apteryx* und Casuar — vorkommt, freilich nur bei solchen, denen das Flugvermögen abgeht.

c. Metacarpalia und Phalanges.

Die Hand von *Archaeopteryx* besteht aus drei freien, weder am proximalen noch am distalen Ende mit einander verwachsenen Metacarpalien und drei ebenfalls freien Fingern.

Die Metacarpalien sind sowohl in Form wie in Grösse sehr verschieden von einander; namentlich weicht das erste hierin sehr vom zweiten und dritten ab. Das erste Metacarpale besitzt eine Länge von 7 mm, eine Breite (oder besser Höhe) des proximalen, sowie des distalen Endes von je 3 mm; am vorderen (also unteren) Rande ist es etwas concav ausgeschnitten, der hintere (obere) Rand ist gerade. Die proximale Articulations-Fläche ist nahezu halbkreisförmig, die distale dagegen eben. Auffallend ist die starke Compression von vorn nach hinten, die ihr Maximum in der Mitte erreicht; nach beiden Enden zu verdickt sich der Knochen

[1]) Untersuchungen zur vergleichenden Anatomie der Wirbelthiere. Erstes Heft. Carpus und Tarsus. 1864. t. 3 f. 3.
[2]) Bronn's Classen und Ordnungen des Thierreichs. Band 6. Abtheilung 4. — Vögel. pag. 73.
[3]) Das würde in Widerspruch stehen mit der oben angezogenen Abbildung, die Owen vom Falken-Arm giebt.

ein wenig. — Das zweite Metacarpale ist 27 mm lang, am proximalen Ende 3 mm, am distalen 2,5 mm hoch. Am proximalen Theil ist es ganz ähnlich, wie das erste, stark comprimirt, verliert jedoch diese Compression nach etwa 8—9 mm Entfernung und wird nach dem distalen Ende zu allmählich cylindrisch, ja es bekommt sogar auf der oberen (vorderen) Seite eine stumpfe Kante. An der ebenen Articulationsfläche für die erste Phalanx verdickt es sich ähnlich, wie das erste Metacarpale. — Das dritte Metacarpale ist 25 mm lang und stellt einen regelmässigen Cylinder dar, der auf der Seite (hier also oben) eine stumpfe Kante bekommt. Zwar ist weder rechts noch links das proximale Ende vollständig deutlich erhalten, aber es zeigt sich doch klar, dass dasselbe nicht seitlich comprimirt war, wie die beiden ersten. In dieser Beziehung ist bemerkenswerth, dass die Compression des mittleren Metacarpale ungefähr da aufhört, wo nebenbei das erste sein distales Ende hat, und dass es dann die Gestalt des dritten annimmt. Aus der Compression der beiden ersten Metacarpalien geht hervor, dass sie am lebenden Thier dicht nebeneinander lagen, und wahrscheinlich durch Bänder unbeweglich mit einander in Verbindung waren, während die cylindrische Gestalt des dritten für dieses eine freiere Bewegung vermuthen lässt, wenn es auch mit den ersten beiden von einer Haut umgeben gewesen sein mochte. Wenn so die Form der drei zwar verschieden, aber doch durch die Uebergangsform des zweiten gewissermaassen verbunden wird, so ist die Längendifferenz besonders auffallend: das erste 7 mm, das zweite 27 mm lang, das dritte fast eben so lang als das zweite. — Da bei der eminenten Wichtigkeit, welche die Handbildung der *Archaeopteryx* für die phylogenetische Frage besitzt, eine genauere Besprechung derselben weiter unten, in dem gerade dieser Frage gewidmeten Abschnitt gegeben werden wird, so mag dieser Punkt hier nur hervorgehoben werden. Auch werden an jener Stelle die aus der Beschaffenheit der Finger zu ziehenden Schlüsse auf Verwandtschaft mit Vogel resp. mit Reptil erörtert werden.

Die drei Metacarpalien tragen drei Finger, von denen der erste der kürzeste, der zweite der längste, der dritte wenig kürzer als der mittlere ist.

Der erste Finger hat zwei Phalangen. Die erste Phalanx ist 20 mm lang, am proximalen Ende mit einer ebenen Articulationsfläche für das Metacarpale, am distalen Ende mit einer halbkugeligen für die zweite Phalanx versehen. Abgesehen von einer unbedeutenden Verdickung an beiden Enden ist sie cylindrisch, vorn (hier oben) mit einer stumpfen Kante. Auf der Seite der Gelenkfläche mit der zweiten Phalanx ist eine kleine trichterförmige Vertiefung, welche sich auch bei allen anderen Phalangen des zweiten und dritten Fingers findet und deshalb hier ein für alle mal erwähnt sein mag. Die zweite Phalanx ist eine seitlich stark comprimirte, hakenförmig gebogene, am distalen Ende nadelspitz zulaufende Kralle, welche von der Gelenkfläche bis zur Spitze, in der Luftlinie gemessen, 11 mm lang ist und nahe dem unteren, concaven Rande eine feine, diesem parallel laufende Furche besitzt. Unter der Articulationsfläche mit der ersten Phalanx springt sie noch etwas nach unten vor.

Die Phalangen des zweiten Fingers wiederholen die Form derer des ersten ganz genau, aber es sind deren drei. Die beiden ersten sind fast gleich lang (die erste 15 mm, die zweite 18 mm), die letzte, die Krallenphalanx, nur wenig länger als die Kralle des ersten Fingers (in der Luftlinie 13 mm).

Der dritte Finger endlich hat vier Phalangen, welche sehr eigenartige Längenverhältnisse untereinander besitzen. Auf das Metacarpale folgen nämlich zwei sehr kurze Phalangen, von denen die erste 6 mm, die zweite nur 4 mm lang ist. Auch ist die Gelenkung dieser beiden untereinander verschieden von der mit der folgenden Phalanx, sowie überhaupt aller anderen Phalangen der vorderen beiden Finger. Es fehlt nämlich die halbkugelige Articulationsfläche, die vertreten wird durch eine schwach gekrümmte, an der proximalen Phalanx convexe, an der distalen concave Fläche, welche nur eine ganz geringe Verdickung am unteren Ende der ersten Phalanx hervorruft. Die auffallende Kürze dieser beiden ersten Phalangen liess mich zuerst diese Gelenkung zwischen ihnen als Bruchfläche einer und derselben Phalanx deuten, und so hat sie auch wohl Vogt aufgefasst, der dem 3. Finger auch 3 Phalangen zuschreibt. Ich habe mich aber später davon überzeugt, dass in der

That zwei discrete Phalangen vorhanden sind und zwar einmal durch directe Beobachtung der Gelenkflächen und der, wenn auch geringen Verdickung am Ende der ersten Phalanx; dann aber auch durch die absolut genaue Uebereinstimmung in den relativen Längen der Phalangen der rechten Hand mit denen der linken, sowie derjenigen einer Hand unter sich. — Auf diese beiden kurzen Phalangen[1]) folgt nun die dritte in einer Länge von 12 mm. Sie ist zwar zum grössten Theil durch die über sie ausgestreckte zweite Phalanx des mittleren Fingers verdeckt, lässt aber doch erkennen, dass sie in Gestalt der ersten Phalanx des ersten Fingers, sowie der ersten und zweiten Phalanx des zweiten Fingers durchaus gleich ist. An sie schliesst sich als vierte Phalanx die Kralle, welche die Gestalt der beiden der ersten Finger wiederholt, aber etwas kürzer, nämlich in der Luftlinie wie jene gemessen nur 9 mm lang ist.

An dem Londoner Exemplar hatte R. Owen bekanntlich auch drei Finger gesehen und, wie ich glaube, die zum ersten und zweiten Finger gehörigen durchaus richtig als solche gedeutet; wenigstens weisen darauf die betreffenden Maasse, verglichen mit denen unseres Exemplars, hin. Aus dem Beobachteten hat er dann aber 4 Finger construirt, von denen der dritte und der vierte nur als Metacarpen bekannt sein sollten. Unser Stück lehrt, dass nur 3 Finger vorhanden waren, und dass Owen muthmaasslich die erste oder zweite Phalanx des Mittelfingers für einen Metacarpus gehalten hat, was bei der Aehnlichkeit der ersteren namentlich mit dem Metacarpale des dritten Fingers und bei der ungünstigen Erhaltung gerade dieser Skelettheile an dem ihm vorliegenden Exemplar nur zu leicht möglich wurde. — Auf Vogt's und Seeley's Ansichten und Deutungen der *Archaeopteryx*-Hand werde ich, wie erwähnt, unten eingehen und will hier nur erwähnen, dass C. Vogt die Hand, abgesehen von dem leicht entschuldbaren Irrthum in Bezug auf die Phalangenzahl des 3. Fingers, durchaus correct und zutreffend beschrieben hat.

5. Das Becken.

Das Becken ist an dem hiesigen Exemplar zum allergrössten Theil von Gesteinsmasse bedeckt, welche nicht entfernt werden konnte ohne Gefahr, die Platte zu zerbrechen, die gerade hier besonders dünn ist, während das das Becken bedeckende Gestein sehr hart und schwer zu bearbeiten ist. Man sieht nur den proximalen und vorderen Theil der äusseren Seite des Ileums in Gestalt einer halbelliptischen, in der Mitte concav eingesenkten Scheibe mit scharfen, aufwärts gerichteten Rändern. — Hierin stimmt das Sichtbare durchaus mit der rechten Beckenhälfte überein, welche so schön auf der Londoner Platte blosgelegt ist. R. Owen hat sie als linke Hälfte bezeichnet; das könnte sie aber nur dann sein, wenn man ihr Inneres sähe. Da aber ihre Aussenseite dem Beschauer zugewendet ist, kann sie nur die rechte sein, also dieselbe, die auch auf unserer Platte theilweise sichtbar ist. Obwohl die erwähnte Beckenhälfte schon ausführlich von R. Owen beschrieben worden ist, so will ich doch einmal zur Ergänzung, und dann auch, weil seit der Zeit der Owen'schen Beschreibung durch O. C. Marsh noch einige bis dahin verdeckte Theile blosgelegt worden sind, eine kurze Beschreibung derselben geben, welche theils auf dem Studium des Originals, theils auf umstehendem Holzschnitt fusst, zu welchem Miss E. Woodward die Zeichnung anzufertigen die ausserordentliche Güte hatte und mich so zu ergebenstem Dank verpflichtete. Zu der Beschreibung des Os ilei, welche Owen gegeben hat, ist nichts hinzuzufügen, nur das vielleicht, dass der vorderste Theil zur Zeit seiner Bearbeitung nicht freigelegt war, jetzt aber vollkommen sichtbar gemacht ist und denselben gerundeten, nach vorn in eine stumpfe Spitze auslaufenden Rand zeigt, wie das Berliner Exemplar, an dem gerade nur dieser vorderste Theil freiliegt. Dass das Ileum in querem Durchschnitt vor dem Acetabulum concav, dass es am äusseren Rande convex, dass dieser Rand unmittelbar über dem Acetabulum concav und weiter nach oben convex und dann fast grade verläuft, dass der innere Rand fast grade und der postacetabulare Theil lang und schmal —

[1]) Neuerdings hat Zittel ganz ähnliche kurze Phalangen, die bisher übersehen waren, auch an Pterodactylen und Rhamphorhynchen, freilich am Hinterfuss, nachgewiesen.

übrigens nicht bis zum hinteren Ende erhalten — ist, wissen wir durch Owen. Wichtig ist die weitere Aufdeckung des hinteren Theiles des Os ischii. Dasselbe hat vom Acetabularrande bis zu seinem jetzt sichtbaren Ende eine Länge von 24 mm, bildet den hinteren Rand des Acetabulums und legt sich an das Os ilei an, mit welchem es durch Naht verbunden zu sein scheint. Am äusseren Acetabularrand ist deutlich wahrzunehmen, dass die beiden Beckenelemente sich nur berühren, nicht aber mit einander verwachsen sind. Von einer Postpubis habe ich nichts Deutliches gesehen, und das Os pubis, nach der neuen Auffassung der Osteologen bekanntlich der am unteren Theil des acetabularen Vorderrandes befindliche Vorsprung des Vogelbeckens, welcher bei einzelnen Dinosauriern (*Iguanodon, Hypsilophodon* etc.) sehr bedeutende Dimensionen annehmen kann, das Os pubis also ist kaum zu bemerken, wenn man nicht die vorderste den Acetabularrand berührende Spitze, welche etwas erhoben ist, als solches deuten will. Es scheint aber, als wenn hier durch Entfernung der Gesteinsmasse noch weitere Kenntniss gewonnen werden könnte. — Betrachtet man nun das Becken eines Huhnes, wie es z. B. von Dollo[1]) neuerdings abgebildet worden ist, so ergiebt sich, dass der untere Rand des Acetabulums von allen drei (oder, wenn man die schon sehr frühzeitig mit dem Ileum verschmolzene Pubis noch dazu rechnet, von allen vier) Elementen des Vogelbeckens begrenzt wird: vorn durch Ileum und Pubis, unten z. Th. durch die Postpubis und unten und hinten durch das Ischium. — Es frägt sich nun, ist dasselbe am *Archaeopteryx*-Becken der Fall, oder nicht? Unser Holzschnitt zeigt die Mitte des unteren Randes durch einen stumpfen Höcker begrenzt (*p. p.* ?), welcher mit der übrigen ebenen Fläche des Ischium contrastirt. Ich glaube, man wird diesen Theil als die Postpubis ansehen können: vielleicht liegt sein nach hinten gewendeter Theil, der am Vogelbecken so charakteristisch ist, noch unter dem Gestein. Eine Naht habe ich zwischen diesem Höcker und dem eigentlichen Ischium am Londoner Exemplar nicht wahrgenommen. Sollte sich indess meine Annahme, dass der erwähnte Höcker am unteren Acetabularrand in der That die Postpubis ist, bestätigen, so würde zugleich daraus hervorgehen, dass am Vogelbecken die Verwachsung von Postpubis und Ischium weit früher vor sich geht, als die von Ileum und Ischium, welche bei *Archaeopteryx* noch nicht vorhanden war, sondern es ist der erste Anfang dazu durch Berührung der beiden Knochen gemacht. — Noch ist zu erwähnen, dass das distale Ischialende sich deutlich nach innen wendet und anscheinend wie die Postpubis bei Strauss und anderen Ratiten in der Medianebene von beiden Seiten zusammenstösst — ein Anklang an die Becken gewisser Reptilien. Man braucht aber nur zahlreiche Becken verschiedener lebender Vögel darauf hin zu betrachten, um wahrzunehmen, dass die Ischia bei sehr vielen postacetabular allerdings divergiren, die meisten aber am distalen Ende die Tendenz zeigen, sich zu nähern, was namentlich bei manchen Schwimmvögeln leicht nachzuweisen ist. Owen betrachtet als Ischium des Londoner Exemplars einige weit hinter dem Acetabulum liegende sehr undeutliche Knochenreste, welche nach meinem Dafürhalten kaum zum Becken gehören dürften. Gehörten sie dennoch dazu, wären sie also in der That der distale Theil des Ischiums und der Postpubis, so würde das *Archaeopteryx*-Becken sehr lang sein. Aus dem Berliner Exemplar ist aber wenigstens der indirecte Nachweis zu führen, dass es postacetabular kurz war; denn es müsste sonst nothwendig hinter der Gesteinsmasse, welche das Acetabulum bedeckt, etwas von dem distalen Ende zu sehen sein, da auch die ersten Schwanzwirbel, welche ja hinter dem Becken liegen müssen, deutlich entblösst sind.

Becken von *Archaeopteryx*.
il. Ileum; *p.* ? Pubis; *a.* Acetabulum; *p. p.* ? Postpubis; *is.* Ischium.

[1]) Dollo. Troisième note sur les Dinosauriens de Bernissart (Bulletin du Musée royal d'histoire naturelle de Belgique Tome II. 1883. t. 3 f. 4.)

6. Die Hinterextremitäten.

Es sind beide Beine erhalten, das rechte von der äusseren, das linke von der inneren Seite sichtbar. Das linke Femur ist grösstentheils von Gesteinsmasse bedeckt, welche nicht entfernt wurde, um das Federkleid der rechten Tibia, unter welchem es zum Theil liegt, nicht zu verletzen. Die Füsse sind derartig gelegt und erhalten, dass am rechten Fuss der 3. und 4. Finger, am linken der 1., 2. und 3. der Reihe nach sichtbar werden; leider sind sie und auch die Metatarsalien theilweis durch Absplitterung der Knochen nicht unerheblich verletzt.

a. Das Femur.

Das Femur ist in der Luftlinie gemessen 51 mm lang, an beiden Enden etwas verdickt, der mittlere Theil nach vorn gekrümmt. Die äussere Seite (am rechten Femur sichtbar) trägt eine stumpfe Kante, die innere (von welcher ein kleines Stück der linken Seite entblösst ist) ist rund, so dass der Querschnitt den Umriss eines Eies mit nach aussen gerichteter Spitze darstellen muss. Von der Gelenkfläche ist nur wenig erhalten. Der Femurkopf ist völlig verborgen, aber der grosse, etwas praeaxial gestellte Trochanter ist theilweis sichtbar, wonach es scheint, als ob er etwa dieselben relativen Dimensionen, wie bei *Gallus* oder auch *Anser* besessen habe. In seiner Form und Dimensionen stimmt er gut zu den Femora des Londoner Stückes und somit, wie R. Owen nachwies, mit denen der lebenden Vögel überein.

b. Tibia und Fibula.

Auf der Hauptplatte sind die beiden Tibiae erhalten, auf der Gegenplatte die Fibula der rechten Seite.

Ebenso, wie die beiden Femora, zeigen auch die Tibiae die äussere (rechte Tibia) und innere (linke Tibia) Seite. Ihre Länge beträgt ca. 70 mm, genau lässt sie sich nicht feststellen, da zwischen dem distalen Femur- und dem proximalen Tibia-Ende Kalkspath liegt und man nicht genau die proximale Tibia-Fläche sehen kann. Die Tibia ist schlank und am proximalen Ende mit einer an ihrem unteren Ende deutlichen, im Verlauf nach oben aber verletzten Cnemialcrista versehen, die jedenfalls keine besondere Grösse erreicht hat. Auf der Aussenseite verläuft eine Leiste für die Fibula, welche nach einer Erstreckung von 21 mm plötzlich unterbrochen ist. Ihre Fortsetzung beginnt wenige Millimeter weiter unterhalb und zwar ein wenig mehr hinten am Schaft der Tibia und zieht sich von da auf der äusseren Seite zum distalen Ende, wo sie allmählich verflacht. Die Gelenkfläche für den Tarsometatarsus hat von der äusseren Seite gesehen eine mehr als halbkreisförmige Begrenzung, ist übrigens an beiden Tibien nicht gut erhalten. Auf der Innenseite, welche die linke Tibia zeigt, ist dieselbe gerundet, halbcylindrisch, jedoch mit einer ganz schwachen Zuschärfung der Mitte entlang. — Die Tibien des Londoner Exemplars entsprechen nach Abbildung und Beschreibung, wenn man bei letzterer im Auge behält, dass rechts und links verwechselt worden ist, vollkommen denen des Berliner, und ergänzen die Kenntniss dieser Knochen noch dadurch, dass die Gelenkfläche der rechten Tibia für das Femur deutlicher ist.

Die Existenz einer Fibula war bis vor Kurzem unbekannt; R. Owen meint, dass, wenn eine solche existirt habe, sie unter der Gesteinsmasse neben der Tibia begraben liegen müsse. Erst Marsh hat die wichtige Beobachtung gemacht, dass an dem Londoner Exemplar eine Fibula vorhanden ist und ihr distales Ende vor der Tibia liegt. — Ich hatte nun auch schon einen dünnen, langen, am proximalen Theil verletzten Knochen vom distalen Theil der Tibia am vorderen Rande derselben aufsteigen gesehen, wie ihn auch die Abbildung deutlich zeigt, und denselben zuerst für den aufsteigenden Fortsatz der proximalen Tarsushälfte gehalten, wie er bei Vögeln und einigen Dinosauriern vorkommt. Die Beobachtung von Marsh machte mich jedoch an dieser Auffassung wieder zweifelhaft, und ich versuchte, ausser dem erwähnten Fragment,

f. Femur; *t.* Tibia; *f.* Fibula; *tm.* Tarso-Metatarsus.

das in Contact mit der Tibia auf der Hauptplatte liegt, noch andere Spuren der Fibula aufzufinden, aber vergebens. Um so gespannter war ich nun darauf, das Londoner Exemplar daraufhin studiren zu können, aber auch hier wurde ich enttäuscht, denn auf der Hauptplatte war keine Spur einer Fibula zu sehen. Herr H. Woodward hatte nun die Güte, mir zu zeigen, was Marsh beobachtet hatte. Auf der Gegenplatte, welche den Abdruck der Tibia als Rinne zeigt, bemerkte er im Grunde dieser Rinne die Fibula, die also beim Ablösen der Gegenplatte an dieser hängen geblieben war und nun von ihrer inneren, der Tibia zugewendeten Seite sichtbar ist. Dicht unter dem proximalen Ende des Abdrucks der rechten (nach Owen linken) Tibia ist ein am proximalen Ende etwas schaufelförmig verbreiterter Knochen da, der auf dem Tibia-Abdruck liegt; auf kurze Entfernung vom proximalen Ende wendet er sich nach aussen, so dass er an dem Rande des Abdrucks liegt; in der distalen Hälfte wendet er sich wieder nach innen und geht quer durch den Abdruck hindurch bis fast an dessen Ende, wo er verletzt ist. — Nachdem ich dies in London gesehen hatte, fand ich genau dieselben Verhältnisse auch an unserem Exemplar, nur mit dem Unterschied, dass hier auch das distale Ende vollständig und zwar noch in ursprünglicher Lage zur Tibia auf der Hauptplatte erhalten ist. Auch auf der hiesigen Gegenplatte liegt im Grunde der Rinne und zwar quer über dieselbe hin ein schmaler, dünner Knochen, am proximalen Ende verbreitert, am distalen abgebrochen. Die Bruchstelle passt genau auf das obere Ende des Fragments, das noch auf der Hauptplatte liegt, so dass darin die Fortsetzung vorliegt und nicht ein aufsteigender Astragalus-Fortsatz, wie ich zuerst annahm. — Ist auch nach diesen Beobachtungen die Fibula an ihrem distalen Theil kräftiger entwickelt als bei lebenden Vögeln zumeist, so giebt es doch auch unter letzteren einige, welche *Archaeopteryx* recht nahe stehen. Schon bei Schwimmvögeln und Sumpfvögeln dehnt sich die Fibula über zwei Drittel der Tibialänge aus, ja man kann sie, wie ich an einem mir vorliegenden Unterschenkel von *Anser* sehe, fast bis zur Gelenkrolle der Tibia verfolgen, hier fest mit letzterer verwachsen. Bei Raptatoren und Urinatoren geht sie, wie auch Selenka mittheilt (l. c. pag. 83), bis an das untere Ende der Tibia und zwar biegt sie sich auch hier deutlich nach der vorderen Seite, so dass die Ansicht auf die äussere Seite eines Unterschenkels von einem solchen lebenden Vogel und von *Archaeopteryx* nur dadurch verschieden wird, dass bei letzterer das distale Ende sich etwas verbreitert und vor die Tibia legt. Am meisten Aehnlichkeit mit *Archaeopteryx* scheint nach den Abbildungen von Owen und Dollo die australische *Apteryx* zu haben, bei welcher man sogar eine distale Ausdehnung der Fibula wahrzunehmen glaubt.

c. Tarsometatarsus und Phalanges.

Beide Tarsometatarsen sind stark verletzt; der rechte ist zwar in seinen Dimensionen und seiner Form noch erkennbar, aber seine Oberfläche ist zersplittert, und es verbietet sich daher, die einzelnen Theile, namentlich die Gelenkrollen für die Zehen genauer zu beschreiben; der linke ist am proximalen Theil durch Gesteinsmasse verdeckt und im mittleren Theil durch einen Sprung in der Platte in zwei Theile zerrissen. — Der rechte Metatarsus ist 34 mm lang, am proximalen Ende zur Gelenkung mit der Tibia und ebenso am distalen Ende für die Gelenkung mit den Phalangen etwas verbreitert. Am proximalen Ende erhebt er sich seitlich zu einer scharfen Kante, welche jedoch nur auf 4—5 mm Erstreckung erhalten ist. Soviel aber steht fest, dass auf dieser äusseren Seite die Metatarsen mit einander verschmolzen, also die Träger der 3. und 4. Zehe, wie beim lebenden Vogel, nicht getrennt, sondern verwachsen sind, wenn auch ihre ursprüngliche Trennung bis nahe an das proximale Ende herauf durch Furchen, von denen man

schwache Spuren zu sehen glaubt, noch angedeutet sein mag. — Der Metatarsus der linken Seite ist, so weit er erhalten ist, von der inneren Seite entblösst. In einer Entfernung von 8 mm über seinem distalen Ende geht der an dem übrigen Theil anliegende Metatarsus für die erste Zehe unter einem spitzen Winkel von demselben ab und ist 5 mm lang. — Da weiter nur die innere Seite des Knochen, an welchem die zweite Zehe gelenkt, blosliegt, ist an unserem Exemplar nicht zu erkennen, ob die übrigen Elemente verwachsen oder frei waren.

Bekanntlich hat R. Owen den Tarsometatarsus der linken (nach ihm rechten) Hinterextremität als vogelartig verwachsen beschrieben, und erst Marsh hat, nachdem er das Londoner Exemplar hier noch weiter aus dem Gestein herausgearbeitet hatte, den Nachweis führen zu können geglaubt, dass die Metatarsen getrennt oder nur unvollkommen verwachsen gewesen seien. In der That zeigt der betreffende Skelettheil des Londoner Exemplars jetzt zwischen den Metatarsen der zweiten und dritten Zehe eine tiefe Rinne, deren Grund noch mit einem linienfeinen Streifen von Gestein ausgefüllt ist; ob die betreffenden Metatarsen also vollkommen getrennt, oder nur schwach verwachsen waren, lässt sich vorläufig nicht sicher entscheiden. Zunächst aber ist noch festzustellen, ob diese Rinne nicht etwa, wie mir sehr wahrscheinlich ist, durch einen Längsbruch oder durch Gesteinsdruck entstanden ist, und zweitens spricht die Lage der Metatarsen an beiden Exemplaren durchaus dafür, dass sie verwachsen waren; denn sicher liegen sie alle in einer Richtung, keiner ist von den anderen getrennt, und auch die Zehen gehen alle von demselben distalen Ende ab, ganz wie bei allen übrigen Vögeln. Ja, dass zwischen den Elementen des dritten und vierten Metatarsus keine Trennung besteht, glaube ich als zweifellos an unserem Exemplar nachweisen zu können.

Von den Zehen sind an unserem Exemplar auf der linken Seite die erste (innere), die zweite und Fragmente der dritten erhalten; auf der rechten Seite ist die dritte und vierte Zehe von der äusseren Seite vollkommen blosgelegt. Aus der Combination beider lässt sich also ein vollkommenes Bild des *Archaeopteryx*-Fusses gewinnen, welches insofern zur Ergänzung des schon Bekannten dient, als am Londoner Exemplar die vierte Zehe grösstentheils von den übrigen verdeckt und daher nur sehr ungenügend beobachtbar ist.

Die erste Zehe besteht aus zwei Phalangen, welche von dem Metatarsus gerade nach hinten abgehen. Nur die erste Phalanx ist auf ihre Länge — 8 mm — hin deutlich erhalten, sonst aber an der Oberfläche zersplittert. Die Krallenphalanx tritt nur zum kleinsten Theil an die Oberfläche, so dass nur ihre Anwesenheit festgestellt werden konnte. — Die zweite Zehe besteht aus drei Phalangen, von denen die ersten beiden je 8 mm lang sind, während die Krallenphalanx um einen Millimeter länger ist (in der Luftlinie gemessen). Die beiden ersten sind am distalen Ende zur Gelenkung verdickt, und die zweite zeigt auf der Seite über der Gelenkfläche eine kleine runde Grube. So weit sich erkennen lässt, ist ihre Form cylindrisch. — Die dritte Zehe ist auf dieser linken Seite vom Metatarsus getrennt und etwas nach unten verschoben, so dass zwischen dem distalen Metatarsus- und dem proximalen Phalanx-Ende ein Zwischenraum von ca. 3 mm liegt. Die erste Phalanx liegt dicht vor den Phalangen der zweiten Zehe, ist aber nur im proximalen Theil als kurzer Cylinder erhalten. Dann verschwindet diese Zehe unter der zweiten und geht unter der Gelenkung der zweiten und dritten Phalanx derselben hindurch, wonach noch ein kleiner Theil der dritten Phalanx als kurzes Stäbchen neben und hinter der Kralle der zweiten Zehe erscheint; von ihrer Endkralle ist nichts zu sehen. — Auf der rechten Seite ist diese dritte Zehe viel besser erhalten und zeigt ihre vier Phalangen in natürlichem Zusammenhang. Die beiden ersten Phalangen sind je 8 mm, die dritte ist 10 mm, die vierte 9 mm lang. Sie wiederholen die Gestalt der Phalangen der Hand, sind also am proximalen Ende zur Gelenkung etwas verbreitert, am distalen Ende mit gewölbten Gelenkflächen versehen und tragen auf der Seite über letzteren kleine Gruben. Auch die Krallen sind genau so geformt wie die der Hand. — Die vierte Zehe besitzt fünf Phalangen, von denen die erste 9 mm, die zweite 7 mm, die dritte 5 mm, die vierte 6 mm und die letzte (wie immer in der Luftlinie gemessen) 9 mm lang ist. Die einzelnen Phalangen werden, wie auch die

der dritten Zehe, von der ersten zu den folgenden hin im Durchmesser dünner. Die letzte Zehe gelenkt ein wenig höher am Metatarsus, da die Gelenkfläche für die dritte Zehe am weitesten vorspringt, wie das besonders deutlich an dem Fuss des Londoner Exemplars zu sehen ist.

Es ergiebt sich somit, dass der Fuss der *Archaeopteryx* aus vier Zehen zusammengesetzt ist, deren Phalangenzahl von innen nach aussen, oder von der ersten zur vierten Zehe je um eine Phalanx zunimmt, also 2—3—4—5 beträgt, dass alle vier Zehen Krallen als Endphalangen haben, und dass die erste (innere Zehe) nach hinten, die drei folgenden nach vorn gewendet sind. Nimmt man hinzu, dass auch die Elemente des Metatarsus verwachsen waren (wenn auch theilweise in geringerem Maasse, als bei der Mehrzahl der übrigen Vögel), so resultirt ein Fuss, der in allen Theilen dem des vierzehigen Vogelfusses entspricht; und als solcher ist er ja auch von allen Autoren einmüthig aufgefasst worden. — Von grossem Interesse ist endlich die Uebereinstimmung in der Phalangenzahl des Vorder- und Hinterfusses; denn hier wie da zählen die 3 ersten (an der Hand überhaupt nur vorhandenen) Zehen von innen nach aussen 2—3—4 Phalangen, und damit ist wohl die Frage, ob der erste Finger in Wahrheit der erste, oder, wie Owen will, ursprünglich der zweite ist, unzweifelhaft dahin beantwortet, dass diese Owen'sche Ansicht, welcher nur Humphry beigetreten ist, unhaltbar ist und die Auffassung K. E. von Baer's, Cuvier's, Gegenbaur's, Merkel's, Milne Edward's, Huxley's, Rosenberg's etc. bestätigt wird, welche die drei Metacarpen des Vogelfusses mit I, II und III bezeichnen. Die Hauptstütze der Owen'schen Ansicht, welche derselbe in der — wie sich nun ergeben hat — irrthümlichen Reconstruction der *Archaeopteryx*-Hand mit 4 Fingern fand, ist gefallen und somit auch die darauf fussende Auffassung bezüglich der dieselben zusammensetzenden Elemente.

3. Das Federkleid.

Deutliche Abdrücke von Federn sind zu erkennen:

an den Vorderextremitäten,
an der Basis der Halsregion,
an der Tibia.
an den Schwanzwirbeln.

Die Federn der Vorderextremitäten — der Flügel — sind zweierlei Art; einmal lassen sich Schwungfedern und dann deren Deckfedern erkennen. Auf beiden Seiten sind die Flügel vortrefflich erhalten und vollkommen ausgebreitet. Die äusseren Conturen beider Seiten zusammen bilden ungefähr eine Lyra, d. h. nach einer oder zwei kürzeren Federn treten vorn etwas längere hervor, welchen kürzere, unter sich ziemlich gleich lange folgen. Die letzte Feder ist wieder etwas kürzer. — Ich zähle auf jeder Seite 17 Schwungfedern, von denen 6 bis 7 an der Hand, die übrigen an der Ulna befestigt waren. Dass die vorderen Federn an der Hand sassen, geht aus der Betrachtung der Abbildung unmittelbar hervor. Es lässt sich aber auch erkennen, dass sie nicht nur vom Metacarpus, sondern auch von den Phalangen des mittleren der drei Finger ausgingen. Besonders deutlich kann man am linken Flügel erkennen, wenn man die Federpose der ersten Feder bis zur Hand verlängert, dass dieselbe sich dicht hinter der Kralle an die vorletzte Phalanx des Mittelfingers angesetzt haben muss; die nächsten folgen ihr parallel, gehen also allmählich von den Phalangen auf den Metacarpus und von diesem auf die Ulna über. Die Form der Federn hat nichts auffallendes; die Fahne sowohl, wie die Federpose ist durchaus nach dem Typus der der lebenden Carinaten gebaut; nur fällt auf, dass die Federpose im Vergleich zur Länge der Feder und in Berücksichtigung ihrer Function als Schwungfeder ziemlich zart und dünn ist. Die längsten Federn — die dritte und vierte jederseits — sind ca. 130 mm lang, wenn man von der Spitze bis zur muthmaasslichen Ansatzstelle misst. Die darauf folgenden haben eine durchschnittliche Länge von 100 mm, die letzte ist ca. 70 mm lang. Ueber diesen Schwungfedern liegen noch Deck-

federn, welche die ersteren etwa zu zwei Dritttheilen und noch darüber bedecken. Man erkennt am Original noch Spuren der Posen und des Bartes, aber zu undeutlich, um sie auf der Abbildung wiedergeben zu können; dagegen sieht man auf letzterer — vielleicht etwas zu deutlich — nach hinten gewendete Striche über den Schwungfedern und dies sind die Reste der Deckfedern, deren Zahl nicht festzustellen ist. Weder am Londoner noch am Berliner Exemplar ist an irgend einer Stelle, sei es der Flügel oder auch des Schwanzes, das proximale Ende dicht an den Knochen oder Wirbeln, welchen sie angehaftet haben, zu sehen, und das führt darauf hin, dass ausser den Schwung- und Deckfedern an den Knochen, resp. der sie bedeckenden Haut noch feine Federn gesessen haben, welche die anderen bedeckten, resp. zwischen ihnen standen, im Fossilzustand nicht erhalten blieben, aber doch genügten, um den von ihnen bedeckten Theil der Schwung- und Deckfedern unsichtbar zu machen. — Es wird weiter unten gezeigt werden, welcher Grad des Flugvermögens aus der Grösse der Flügel abzuleiten ist.

Die Federn an der Basis des Halses zeigen sich in zweierlei Art. Zwischen den Fingern der beiden Hände liegen drei kleine ovale, von rechts nach links gezählt an Grösse zunehmende Federn von resp. 15 mm, 19 mm, 23 mm Länge; auch sie zeigen allerdings sehr zarte Posen und Fiederchen. Ausserdem aber ist dicht vor dem Schultergürtel, also hier vor den Coracoiden, eine eigenthümliche Streifung der Platte zu erkennen, auf der linken Seite mehr nach vorn, auf der rechten Seite fächerförmig erst nach aussen, dann nach hinten gerichtet, wie es die Abbildung sehr naturgetreu wiedergiebt. Ich kann mich der Annahme nicht verschliessen, dass diese Streifung durch Federn hervorgerufen ist, welche durch das Wasser zu Bündeln vereinigt wurden und so die radialen Streifen bildeten. Ich habe, um mich in dieser Annahme zu controliren, eine Taube und ein Huhn in's Wasser getaucht, nachdem ich den Hals bis zu der Stelle gerupft hatte, wo ungefähr die Streifen der *Archaeopteryx* sich befinden, und habe bemerkt, dass die feinen Federn in der That durch die Nässe zu Bündeln zusammengehalten werden, aber ich habe nicht die fächerförmige Anordnung dieser Bündel gesehen, wie sie *Archaeopteryx* zeigt. Das ist auch leicht erklärlich, da die Hals- und die vorderen Brustfedern nach hinten gerichtet sind, sich also glatt an den Leib anschmiegen. — *Archaeopteryx* lässt jedoch erkennen, dass die Federn kranzförmig nach aussen gerichtet waren, und dafür bieten sich unter den lebenden Vögeln u. A. zahlreiche Geier als Beispiele dar. — Es lässt sich sodann leicht beobachten, dass die weicheren Federn der *Archaeopteryx*, wie die Deckfedern der Flügel und die eben erwähnten, muthmaasslich Federbündel darstellenden Streifen, rückwärts gewendet sind, und ich habe daraus die Vorstellung entnommen, dass die Leiche des Thieres mit den Armen nach vorn in das Meer transportirt wurde. Bei diesem Transport wurden dann durch den Widerstand des Wassers die leichteren und feineren Theile nach hinten gewendet; ja ich kann mir vorstellen, dass auch die Lage des Halses und Kopfes zum Theil wenigstens auf diese Vorwärtsbewegung des abgestorbenen Thieres zurückgeführt werden kann. — Will man aber auch meine Deutung dieser Streifen nicht gelten lassen, so ist doch durch die 3 wohlerhaltenen kleinen Federn die Existenz von Federn ausser den Flügelfedern am Körper des Thieres zur Gewissheit geworden[1]).

Die Federn an der Tibia reichen von der Femur-Gelenkfläche mit ihren Spitzen bis auf das Tarsometatarsusgelenk. So weit man beobachten kann, scheinen sie von oben nach unten an Länge abzunehmen. Im Umriss bilden sie von beiden Seiten der Tibia zusammengenommen eine lange, schmale Ellipse, deren Längsaxe die Tibia selbst ist. Auch hier bemerkt man deutlich, dass die Posen nicht bis zur Tibia reichen, dass also auch hier eine Bedeckung mit feinen Federn ausser den sichtbaren wahrscheinlich ist. Die Federn liegen auf beiden Seiten der Tibien[2]), und es sieht jetzt aus, als ob nur der

[1]) Im letzten Abschnitt wird gezeigt werden, dass aus dem Vorhandensein von Schwungfedern entwicklungs-geschichtlich auch das von Dunenfedern gefolgert werden muss.

[2]) An der linken Tibia ist die Befiederung nur auf der linken Seite zu sehen und auch hier viel undeutlicher als an der rechten, nämlich in Gestalt flach wellig gebogener Streifen.

Vorder- und Hinterrand mit ihnen besetzt gewesen wäre, sie also etwa so von der Tibia abgegangen seien, wie die Schwanzfedern von der Schwanzwirbelsäule. Ich halte es jedoch für zweifellos, dass sie rundum an der Tibia befestigt gewesen sind und durch den sich auf die Leiche legenden Kalkschlamm nach beiden Seiten herabgedrückt wurden. — Diese Tibia-Federn sind von zwei Gelehrten — von C. Vogt und von J. Evans — erwähnt, aber sehr verschieden gedeutet worden. C. Vogt sagt (l. c. pag. 245): „Le tibia était couvert de plumes dans toute sa longueur. L'*Archaeopteryx* portait donc des culottes, comme nos faucons, avec les jambes desquels elle a le plus de ressemblance, suivant M. Owen." — Mit dieser Ansicht, dass die Tibiafedern sog. Hosen gebildet haben, wie bei Falken, Weihen und manchen Hühnerarten, stimme ich vollkommen überein, und auch Seeley scheint in seinem oft citirten Aufsatz derselben Ansicht zu sein. — J. Evans dagegen hat dem Wiederabdruck seiner Notiz über den Schädel der Londoner *Archaeopteryx* eine Vorrede zugefügt, welche eine ganz andere Deutung dieser Federn enthält, wie sie dem Autor nach dem Betrachten unseres Exemplars im Original plausibel geworden ist. Er stützt sich wesentlich auf die Erhaltung der Tibiafedern, welche der der Schwung- und Schwanzfedern gleich sein soll, ferner darauf, dass sie wie jene in der natürlichen Lage blieben, dass sie ebenso schuppenartig übereinander- und zwar an den Aussenrändern der Tibia liegen, um zu dem Resultat zu kommen, dass sie die Schwung- und Schwanzfedern in der Flugbewegung unterstützten, kurz, dass *Archaeopteryx* nicht nur mit den Vorderextremitäten und dem Schwanz, sondern auch noch mit den Hinterbeinen geflogen sei. Auch er stellt sich nämlich wie Huxley vor, dass Reptilien eine aufrechte Stellung angenommen hätten und nun mit den zur Fortbewegung überflüssigen Vorderbeinen Flugbewegungen vorgenommen hätten, die aber bei der Kürze der Vorderbeine zuerst noch unzureichend gewesen wären. So lange die Vorderbeine aber noch zu kurz waren, um die Flugbewegung zu vollziehen, könne dieselbe, wie bei fliegenden Säugethieren, auch durch die Hinterbeine unterstützt worden sein. — Wie die erste Anlage zum Flugvermögen bei den Vögeln war, wann sie entstand und wie sie zunahm, wissen wir nicht; alles darüber Gesagte ist bis heute nur Speculation, die sich jeder nach seinem Belieben selbst zurechtlegen kann. Das Flugvermögen der Säugethiere, Reptilien und Ornithosaurier beruht jedoch auf anderen statischen Principien, hat auch heute noch nicht, auch nicht bei den schnellstfliegenden Fledermäusen, das Stadium des „Flatterns" überwunden und ist jedenfalls nie mit dem Flug einer Schwalbe, eines Storches, eines Adlers, einer wilden Gans zu vergleichen, weder was Höhe der Erhebung über die Erde, noch was Dauer des Fluges, noch was Schnelligkeit betrifft. Diese Thiere sollte man also am Besten aus einer Speculation fortlassen, wo es sich um Entstehung und Weiterentwickelung des Vogelfluges handelt, und deshalb brauche ich auch hier auf diese Argumente J. Evans's nicht weiter eingehen. Wichtiger ist das, was er aus Beschaffenheit und Lage der Tibiafedern folgert. Zunächst ist es nicht richtig, dass diese Federn dieselbe Consistenz gehabt haben, wie die des Flügels und des Schwanzes, denn sie sind weit undeutlicher erhalten, auch beträchtlich kürzer (Länge durchschnittlich 32 mm lang) als die Schwanzfedern, welche im mittleren Theil des Schwanzes ungefähr 65 mm lang sind; also nicht „nearly, though not quite, of the same length", sondern halb so lang. Dass die Lage, die sie jetzt haben, nicht die ursprüngliche, sondern durch darauf gelagerten Meeresschlamm hervorgebracht sein kann, wurde schon oben gesagt, und dies zugegeben, kann auch ihr schuppenartiges Uebereinanderliegen nicht befremden. Dass aber die Gesteinsumhüllung in der That diese Lage hervorbringt, geht klar und deutlich aus der der Schwanzfedern hervor. An beiden Exemplaren liegen diese regelmässig zu beiden Seiten der Schwanzwirbelsäule hin. Die Schwanzwirbelsäule des Londoner Exemplars ist aber von oben, die des Berliner Exemplars von der Seite sichtbar. Wer wollte nun daraus folgern, dass sie an ersterem horizontal, an letzterem vertical gestanden hätten? — Dass endlich die Tibiafedern in der natürlichen Lage blieben, kann auch nicht auffallen, da sämmtliche Federn an unserem Exemplar dasselbe thun; ja es kann sogar aus dem Umstande, dass die proximalen Enden der Federposen nicht mehr sichtbar sind, wie bei den Flügeln gefolgert werden, dass auch die sie bedeckenden feinen Federchen noch dem Thiere anhafteten, als es im Solenhofener

Meeresbecken zur Ablagerung kam. Wenn es schliesslich noch zweifelhaft sein könnte, ob die Tibiafedern dieselbe Stärke und Resistenzfähigkeit besessen hätten, wie Schwung- und Schwanzfedern, so wäre auch das Londoner Exemplar als Beweismittel dafür da, dass dem nicht so war. Denn obwohl auch bei diesem beide Tibien wohlerhalten sind und die rechte noch mit dem Femur, die linke sogar mit allen übrigen Theilen der Hinterextremität in Contact blieb, so ist weder an der rechten noch der linken Tibia eine Spur einer Befiederung zu sehen, wie es doch jedenfalls hätte stattfinden müssen, wenn dieselben ebenso beschaffen gewesen wären, wie die ausgezeichnet erhaltenen Federn der Flügel und des Schwanzes. — Wenn man aber trotz alle dem doch noch an der Möglichkeit, dass *Archaeopteryx* auch mit den Hinterbeinen geflogen sei, festhalten wollte, so wäre dem noch entgegenzuhalten, dass diese Eigenschaft nothwendig auch irgend welchen Ausdruck im Bau der Knochen der Hinterextremitäten erlangt haben müsste. Aber wenn irgend ein Theil des Skelets genau mit dem der lebenden Vögel, die niemals die Hinterextremität zum Fluge verwerthen, übereinstimmt, so ist es gerade dieser; kein Knochenkamm, keine Protuberanz an dem *Archaeopteryx*-Bein deutet darauf hin, dass seine Muskulatur anders war, wie beim lebenden Vogel, und so lange dieser Nachweis nicht erbracht ist, können wir auch keine andere Function desselben Körpertheils hier und da zugeben. — Ich bin absichtlich so ausführlich in die Widerlegung der Evans'schen Ansicht eingegangen, weil sie, wie so manche andere, dazu angethan ist, die *Archaeopteryx* als ein Wesen hinzustellen, dem auch bis in das kleinste Detail hinein absonderliche und seinen fossilen und lebenden Stammesgenossen fremde Eigenschaften und Fähigkeiten zukämen.

Die Schwanzfedern beginnen in der Beckengegend des Thieres mit kleinen, anscheinend weichen und zarten Federn, die zuerst links vom entblössten Theil des Beckens erscheinen. Allmählich werden sie grösser und stärker und stellen sich regelmässig zur Schwanzwirbelsäule so, dass sie von derselben in ziemlich spitzem Winkel nach hinten abgehen. So weit sich beobachten lässt, kommt auf jeden Schwanzwirbel ein Paar Federn. Wo die Schwanzwirbel noch kurz sind, also im vorderen Theil der Wirbelsäule, sind die Federn schwächer und bedecken sich zur Hälfte, weiter nach der Spitze treten sie gemäss der Länge der Schwanzwirbel mehr auseinander, und es legt sich nur ein sehr schmaler Theil über den vorderen Rand der folgenden Feder. Die durchschnittliche Länge dieser letzten Federn wurde schon oben auf 65 mm angegeben. Die Enden der letzten Spitzen sind nicht erhalten; hier ist die Platte abgebrochen und zur Ergänzung ein dreieckiges Stück einer anderen Platte eingefügt.

Es frägt sich nun noch, ob die übrigen Körpertheile mit nackter Haut, oder auch mit einem Federkleide bedeckt gewesen sind. Für das erstere tritt C. Vogt, für das letztere Seeley, Evans, Marsh, Owen ein, und ich schliesse mich ihnen an. Abgesehen nämlich davon, dass man, wie oben dargethan, aus gewissen Eigenschaften der Gesteinsplatte auf die Anwesenheit von Federn schliessen kann, und abgesehen davon, dass diese Platte auch im Rücken des Thieres zwischen der Rückenwirbelsäule und dem gebogenen Halse die eigenthümliche Streifung, wenn auch undeutlicher, wie vorn an der Brust zeigt, jedenfalls aber ihre Oberfläche hier ein von der übrigen Platte ganz abweichendes mehr glattes Ansehen hat, so dass zwischen ihr und der Gegenplatte ursprünglich irgend ein zarter Körper — nach meiner Ansicht Federn — gelegen haben muss, so ist, auch wenn man die Fächerstreifung am Schultergürtel ignoriren will, durch das Vorhandensein dreier deutlich erhaltener kleiner Federn vor dem Schultergürtel die Existenz von Gefieder auch ausser dem der Flügel, der Tibia und des Schwanzes am Berliner Exemplar ebenso festgestellt, wie am Londoner, von dem R. Owen sagt[1]): „A few of the delicate, downy body-feathers of *Archaeopteryx* are clearly indicated near one side of the trunk in the slab with most of the bones of the specimen of *Archaeopteryx* in the British Museum.“ Auch lässt seine Abbildung rechts neben dem rechten Femur (65′) sehr deutlich eine kleine Feder erkennen. Zu diesen directen Beweisen, dass *Archaeopteryx* mit Gefieder bedeckt war, kommt noch die Ueberlegung, dass es

[1]) A monograph of the fossil Reptilia of the liassic formations. III. Dimorphodon. pag. 72 (Anmerkung).

kaum denkbar ist, dass ein Thier, welches so wohl entwickelte Schwung- und Schwanzfedern besitzt, dessen Tibia ausserdem mit einer Federhose, wie sein Hals an seiner Basis mit einem Federkranz geziert war, einen nackten Rumpf besessen haben sollte. Wo die Federbildung schon so weit vorgeschritten ist, muss man ein vollständiges Federkleid um so eher annehmen, als ja gerade die feinen Dunen am jungen Vogel überall zuerst vorhanden sind, hier dicht, dort sparsamer. — Ich citire zum Schluss noch die betreffende Stelle aus Seeley's Aufsatz: „ To this last view (Vogt's, dass Kopf, Hals und Rumpf nackt und ohne Federkleid gewesen seien) exception might fairly be taken, since the decomposition of the soft parts of the body would have carried with them the covering if such existed. Indead, dead seabirds on our shores often retain, when decomposition has advanced far, exactly the same feathers as are seen in this fossil", und bemerke dazu, dass ich für eine Befiederung des Halses und Kopfes keine Beweise habe auffinden können und dieselben also derart zu reconstruiren wären, wie sich viele Geier, die Strausse und andere Vögel zeigen.

III. Vergleich der beiden Individuen von Archaeopteryx unter einander.

Die Frage, ob das Berliner Exemplar der *Archaeopteryx* derselben Art angehört, wie das Londoner, oder nicht, ist bis jetzt allein von Seeley aufgeworfen und dahin beantwortet worden, dass die beiden Individuen zwei verschiedenen Arten angehören. — Zuerst hat er gelegentlich der einundfünfzigsten Versammlung der British association for the advancement of science in York 1881 [1]) die Skizze einer restaurirten *Archaeopteryx* vorgelegt und dazu bemerkt, dass das Berliner Exemplar sicher zu einer besonderen Species, so gut wie sicher zu einer besonderen Gattung gehöre und wahrscheinlich den Typus einer besonderen Familie darstelle. Er fügt hinzu, dass er das Fossil nicht benenne, weil er das dem späteren Beschreiber überlassen wolle. — Kurze Zeit darauf veröffentlichte er dann eine kurze Mittheilung: On some differences between the London and Berlin specimens referred to *Archaeopteryx* [2]), in welcher er nach Ausmessungen des Londoner und der Photographie des Berliner Exemplars relative Grössendifferenzen zwischen den einzelnen Skelettheilen, namentlich den Extremitäten mittheilt, welche ihm im Verein mit anderen Unterschieden genügend erscheinen, um die beiden Individuen zwei verschiedenen Arten zuzurechnen. Von einer besonderen Familie der Saururae ist hier nicht mehr die Rede, wohl aber ist noch die Möglichkeit angedeutet, dass die Unterschiede zwischen beiden Exemplaren gross genug seien, um eine generische Trennung zu rechtfertigen.

Nach meinem Dafürhalten tritt die Frage, ob die beiden bekannten Individuen von *Archaeopteryx* einer Art angehören oder nicht, gegenüber der Bedeutung für die Beurtheilung der Verwandtschaftsverhältnisse zwischen Reptil und Vogel, der Entwicklungsgeschichte der Vögel und anderer Punkten allgemeinerer Art so sehr in den Hintergrund, dass ihre Discussion nur nebensächliches Interesse in Anspruch nehmen kann. Nichtsdestoweniger ist sie zu erörtern, um so mehr, als Seeley sie angeregt und auch beantwortet hat.

Seeley konnte nur die Photographie des Berliner Exemplares ausmessen, wodurch manche — allerdings geringfügige — Irrthümer untergelaufen sind. Er konnte vor Allem nach der Photographie nicht erkennen, ob die Gelenkflächen der einzelnen Extremitätentheile noch unter der Gesteinsmasse liegen oder frei sichtbar sind

[1]) Report of the 51. meeting of the British association for the advancement of science, hold at York, August and September 1881. London 1882.

[2]) The Geological Magazine. 1881. pag. 454 ff.

(so z. B. bei Femur und Tibia). Ausserdem ist die Photographie nicht ganz genau in natürlicher Grösse angefertigt, was allerdings für das Verhältniss der einzelnen Theile desselben Skelets keine Wirkung hat, aber für die Beurtheilung der relativen Längen beider Exemplare nicht ganz ohne Belang ist. Ferner hat Seeley eine ganze Reihe von Zahlen in seine Zusammenstellung eingeführt, die ich nicht reproduciren kann. Wenn er z. B. angiebt, dass das Ilium des Berliner Exemplar 30 mm lang sei, so weiss ich nicht, woher er diese Zahl nahm; man sieht vom Ilium thatsächlich nur den vordersten Theil. Die Maasse für die Zehen ferner sind vom ihm nicht genommen, wohl weil er bei der schlechten Erhaltung gerade dieser Theile die einzelnen Zehen ihrer Reihenfolge nach nicht erkennen konnte. Ferner giebt er Messungen von den Fingern der Londoner *Archaeopteryx*, welche meines Erachtens ebenfalls nicht zu benutzen sind, da der Nachweis fehlt, dass die zerstreuten Phalangen einem und demselben resp. welchem Finger angehört haben. Ebenso verhält es sich mit der Zahl der Schwanzwirbel, Länge der Rippen, namentlich auch Länge des Kopfes, welche er insgesammt in Berechnung zieht.

Scheidet man alles Unsichere aus, wie es zur Entscheidung der Frage nach wirklich Beobachtetem allein geboten ist, so bleiben als Vergleichsobjecte die Maasse des Humerus, des Radius, der Ulna, des Femur, der Tibia, des Metatarsus[1]) und der zweiten und dritten Zehe. Auf diese allein kann man sich sicher stützen, denn sie allein sind an beiden Exemplaren zum Vergleich gut genug erhalten. Daraus ergiebt sich von vornherein, dass, mag die Frage hier so oder so entschieden werden, die Entscheidung nur eine provisorische sein kann, bis neue Funde mehr und besseres Material am Skelet geben; ein Vergleich zwischen den beiden bis jetzt gekannten Exemplaren kann sie noch nicht zum Austrag bringen.

Nach meinen Messungen verhalten sich nun die absoluten Längen der einzelnen Skelettheile folgendermaassen:

	Berlin	London
Femur	51	57
Tibia	70	80
Humerus	63	72
Radius	55	62
Ulna	55	63
Metatarsus	34 (?)	44[1])
Zehe I	?	21
Zehe II	26	32
Zehe III	35	46

Aus diesen Zahlen ergiebt sich zuvörderst, dass das Berliner Exemplar ungefähr ein Zehntel kleiner ist, als das Londoner. In dem relativen Längenverhältniss derselben Extremitätenknochen der beiden Exemplare sind nur unwesentliche Schwankungen vorhanden. Setzt man die Extremitäten des Berliner Exemplars = 100, so wird das Verhältniss der entsprechenden Theile durch folgende Zahlen ausgedrückt:

Femur	= 100 : 111
Tibia	= 100 : 113
Humerus	= 100 : 114
Radius	= 100 : 112
Ulna	= 100 : 112
Zehe II	= 100 : 123
Zehe III	= 100 : 126

Nimmt man für die ersten 5 Zahlen, die zwischen 111 und 114 schwanken, das Mittel, nämlich 112, so ergiebt sich als Gesammtwerth der Messungen beider Individuen ein Verhältniss von

[1]) Der Metatarsus wird unten nicht mit in Berechnung gezogen werden, weil der des Berliner Exemplars nicht ganz genau zu messen ist.

1 : 1,15. — Absichtlich habe ich aus dieser Berechnung die beiden letzten Werthe fortgelassen, weil sie von den ersten fünf Zahlen weitab, unter sich aber nahe stehen. Sie ergeben nämlich, wie das Seeley auf andere Weise auch schon festgestellt hat, dass das Berliner Exemplar einen kürzeren Fuss hatte, als das Londoner. Denn während die Grössendifferenz zwischen den ersten fünf Skelettheilen, wie erwähnt, durch das Durchschnittsverhältniss 100 : 112 ausgedrückt war, ist es hier (abgerundet) 100 : 124.

Wenn man weiter auf dieselbe Weise die Längenverhältnisse der verschiedenen Extremitätentheile ein und desselben Individuums berechnet und diese Zahlen nebeneinanderstellt, so ergiebt sich Folgendes:

	Berlin	London
Femur : Tibia	= 100 : 136	= 100 : 140
Humerus : Radius	= 100 : 115	= 100 : 116
Radius : Ulna[1])	= 100 : 100	= 100 : 101
Zehe II : Zehe III	= 100 : 138	= 100 : 143

Das Verhältniss der beiden Metatarsalien zur Tibia oder zur dritten Zehe ist hier nicht in Betracht gezogen, weil, wie oben erwähnt, an unserem Exemplar eine genaue Messung nicht auszuführen war. — Aus den vier hier gegebenen Zahlen gehen, wie man sofort sieht, Verschiedenheiten hervor. Denn während das Verhältniss vom Humerus zum Radius und vom Radius zur Ulna bei beiden Individuen fast gleich ist, ist die Tibia und die dritte Zehe am Londoner Exemplar verhältnissmässig grösser. Wenn man hierbei noch hinzunimmt, dass auch die zweite Zehe an letzterem schon nicht unbedeutend grösser war, so ergiebt sich in der That, dass das Berliner Exemplar einen wesentlich kürzeren Fuss besessen hat, und zwar sowohl im Verhältniss des Ober- und Unterschenkels, als im Verhältniss der Zehen, während Oberarm und Unterarm bei beiden relativ nahezu gleich lang sind.

Man muss nun aber weiter fragen: sind diese nachgewiesenen Unterschiede in der That so gross, liegen die betreffenden Zahlen so weit von einander, dass man hierauf eine zweite Art begründen kann oder muss? Das ist aus mehreren Gründen schwer festzustellen. Zuerst kennen wir ja nur die beiden in Vergleich gestellten Individuen und können also aus ihnen direct nicht ersehen, innerhalb welcher Grenzen sich ihre individuelle Variabilität bewegt, weiter können wir nicht wissen, ob wir in dem kleinen nicht etwa ein weibliches, in dem grösseren ein männliches Individuum vor uns haben und die erkannten Grössenverhältnisse somit auf Rechnung sexueller Unterschiede zu bringen sind. Endlich aber fehlen auch Vergleichspunkte dafür, ob Altersverschiedenheiten den Grund abgeben können. Ich habe mich in der Literatur umgesehen, ob an lebenden Vögeln derartige vergleichende Messungen an jungen und alten Individuen einer Vogelart angestellt worden sind, habe aber leider nichts gefunden und bin so im Unklaren darüber geblieben, ob die oben gefundenen Differenzen gering genug sind, um auf die erwähnte Weise ihre Erklärung zu finden.

Die hier zur Sprache gebrachten Punkte, ob nämlich die Grössendifferenzen in dem Skelete der beiden *Archaeopteryx*-Individuen ihren Grund in individueller Variation, in Geschlechts- oder in Altersverschiedenheit haben, müssen aber erst erledigt werden, ehe man die Berechtigung hat, dem Berliner Exemplar einen neuen Artnamen beizulegen. An und für sich scheint mir die Verschiedenheit der Zahlenwerthe nicht bedeutend genug, um die Aufstellung einer neuen Art zu fordern. — Die Zeit, wo fast jeder neue Fund eines *Pterodactylus* oder *Rhamphorhynchus* zugleich der Fund einer neuen Art war und die kleinsten Grössenunterschiede zur Begründung einer solchen ausgenutzt wurden, liegt noch nicht weit hinter uns. Man ist glücklicherweise auch davon zurückgekommen, und es ist nicht das geringste Verdienst Zittel's mit dem Namenwust, welcher Solenhofener Schildkröten und Solenhofener Flugsaurier[2]) umgab, etwas aufgeräumt zu haben. Das dort Er-

[1]) Es sei hier bemerkt, dass auf dem Gypsabguss und auf der Tafel zu Owen's Abhandlung die linke Ulna 67 mm, die rechte nur 63 mm lang zu sein scheint. Man könnte danach vermuthen, dass der Ulna der linken Seite noch das Carpale ansässe, was ich nicht entscheiden kann. Hier ist das Maass der rechten Ulna mit 63 mm in Berechnung gezogen.

[2]) Ueber Flugsaurier aus dem lithographischen Schiefer Bayerns. Palaeontographica Bd. 29. 1882.

kannte verdient aber auch auf anderen Gebieten und namentlich hier Anwendung, und so werde ich es mit grösserer Freude begrüssen, wenn spätere Funde ergeben, dass unser Exemplar der Typus einer neuen Art ist, als wenn, um mit Zittel (l. c. pag. 71) zu reden, die Zahl der Arten durch weitere Funde eher reducirt, als vermehrt werden dürfte. Zu dieser Möglichkeit will ich Förderndes nicht beitragen und belasse daher auch unserem Individuum den von Owen gegebenen Namen *Archaeopteryx macrura*. — Dadurch bin ich allerdings mit Seeley in Widerspruch gerathen, welcher ja in unserem Exemplar nicht nur eine neue Art, sondern sogar den Typus einer neuen Gattung sehen will. Da dieser Widerspruch aber auf der verschiedenen Auffassung der Artabgrenzung, die wohl bei jedem Naturforscher mehr oder minder individuell ist, beruht, so hat er durchaus keine principielle Bedeutung. Dass ferner gerade Seeley sehr dazu neigt, neue Arten aufzustellen, wird Niemand leugnen, der seine Werke, namentlich auch das über die Ornithosaurier, studirt hat. Da, wie ich soeben betonte, die Auffassung der Artgrenzen stets bis zu einem gewissen Grade individuell sein wird und auch sein muss, so kann und soll den erwähnten Seeley'schen Arbeiten hieraus nicht der geringste Vorwurf gemacht werden. Es sollte allein zur Begründung der in Bezug auf die hier erörterte Artfrage vorhandenen Uneinigkeit ausgesprochen werden.

Das Ergebniss der Untersuchungen dieses Capitels ist kurz folgendes: Die Berliner *Archaeopteryx* ist um etwa ein Zehntel kleiner als die Londoner. Ausserdem finden sich in den relativen Längenverhältnissen der einzelnen Theile der Hinterextremitäten Unterschiede, welche insgesammt beweisen, dass das Berliner Exemplar einen etwas kürzeren Hinterfuss besass. Diese Unterschiede werden jedoch nicht für bedeutend genug gehalten, um die Begründung einer neuen Art zu heischen, sondern können immerhin ihre Erklärung in individueller Variation, in Geschlechts- oder in Altersverschiedenheit oder auch in der Combination derselben finden.

Dass auch in der Form der Zähne Unterschiede zwischen beiden Individuen vorhanden zu sein scheinen, dass dieselben aber nicht klar genug erkannt werden können, um zu weiteren Schlüssen zu berechtigen, wurde schon gesagt. Sollten sich diese Unterschiede später bestätigen, so würde damit die Artverschiedenheit allerdings bewiesen sein, deren Möglichkeit auch hier nicht in Abrede gestellt ist.

IV. Die Beziehungen von Archaeopteryx zu Reptilien und Vögeln.

Seitdem Huxley in seinen berühmten Abhandlungen[1]) kennen gelehrt hat, dass die Classen der Reptilien und der Vögel — heutzutage durch anscheinend nicht zu überbrückende Klüfte weit von einander getrennt — in fossilen Formen, wie den Dinosauriern, den Compsognathen und den Pterosauriern sich derart einander nähern, dass man eine nahe Verwandtschaft — vielleicht einen gemeinsamen Ursprung, vielleicht die Abstammung der letzteren von den ersteren — anzunehmen habe, ist man von vielen Seiten bestrebt gewesen, Material beizubringen, welches diese wichtige Beobachtung weiter zu unterstützen und zu fördern geeignet sei. Und in dieser Richtung glaubte man kaum ein werthvolleres Object gefunden zu haben als *Archaeopteryx*, bei welcher die getrennten Finger und namentlich der lange Schwanz, sowie manche anderen, weiter unten zu besprechenden

[1]) On the animals, which are most nearly intermediate between Birds and Reptiles. Proceedings of the Royal Institution of Great Britain 1868. The Annals and magazine of natural history. 4. series. Vol. 2. 1868. pag. 66ff. — Further Evidence of the Affinities between the Dinosaurian Reptiles and Birds. Quarterly journal of the Geological society of London. Bd. 26. 1870. pag. 12ff.

Eigenschaften auf das Klarste erkennen lassen sollten, dass in ihr ein Gemisch von Reptil- und Vogelmerkmalen vorhanden sei, welches die von Huxley ausgesprochenen Ansichten über jeden Zweifel erhöbe. Zwar hat schon Owen in seiner classischen Arbeit über *Archaeopteryx* hierin wiederholt zur Vorsicht gemahnt, aber die Entdeckung eines zweiten Exemplars, das sogar die Bezahnung der Kiefer ausser Frage stellte, hat von Neuem die Discussion über die Beziehung der *Archaeopteryx* zu den beiden genannten Wirbelthierclassen eröffnen und manche, recht verschieden lautende Ansicht aussprechen lassen.

Es wird daher auch meine Aufgabe sein, das Skelet der *Archaeopteryx* in seinen einzelnen Theilen darauf hin zu prüfen, ob und in wie weit die Merkmale der einen oder der anderen Classe vorhanden sind, welche von beiden das Uebergewicht bekommen, und daraus dann die Beziehungen abzuleiten, welche zu Reptilien und zu Vögeln bestehen. Es ist das schon von Vogt und Seeley geschehen, von ersterem, indem er seine Auffassung der einzelnen Skelettheile darlegte, von letzterem, indem er diese Vogt'sche Beurtheilung der *Archaeopteryx* einer Kritik unterzog und in den meisten Punkten zu widerlegen versuchte. Somit wird es am zweckmässigsten sein, dem in den Abhandlungen der genannten beiden Gelehrten eingeschlagenen Gange zu folgen, dasjenige hinzufügend, was durch meine eigenen Untersuchungen erkannt worden ist.

1. Der Kopf. Es ist schon oben (pag. 14 [130]) angeführt worden, dass Vogt den Kopf der *Archaeopteryx* für einen Reptilkopf ansieht, was Seeley widerlegt, und ebenso auch, dass die von letzterem begangenen Irrthümer darauf zurückzuführen sind, dass er nur die Photographie, nicht das Original studiren konnte. Wie erwähnt, schliesse ich mich völlig Seeley an, da ich gerade am Kopf der *Archaeopteryx* kein einziges Merkmal habe auffinden können, was die jetzigen Vögel nicht ebenfalls besitzen, mit Ausnahme der Bezahnung, von welcher noch weiter die Rede sein wird. Es bedarf daher auch keiner weiteren Ausführung, wodurch der *Archaeopteryx*-Kopf von dem der Reptilien abweicht, da es die längst bekannten, und sich überall wiederholenden Merkmale sind. Eine Ausnahme machen nur die Pterosaurier, deren so überaus vogelähnlicher Kopfbau sehr wesentlich dazu beiträgt, diese Thiere besonders eigenartig erscheinen zu lassen. Ich verweise hier auf die Beschreibungen, welche Hermann von Meyer, Owen und Seeley von dem Kopf der verschiedenen Pterosauriergattungen gegeben haben, und auf die Ergänzungen, welche Zittel in einer jüngst erschienenen Abhandlung[1]) dem hinzugefügt hat. Schon der flüchtige Anblick lässt den Pterosaurier-Kopf vogelähnlich erscheinen, da die grosse Gehirnhöhle, welche z. Th. über den Augenhöhlen liegt, die drei Oeffnungen auf der Seite des Schädels, die grosse Ausdehnung der Zwischenkiefer und manches andere ausser Pterosauriern eben nur Vögel besitzen. Die Unterschiede aber, welche diesen Pterosaurier-Kopf von dem der Vögel trennen, trennen ihn ebenso auch von dem der *Archaeopteryx*. Eine der Eigenthümlichkeiten der Pterosaurier ist z. B., dass das Malare einen Fortsatz nach oben schickt, welcher sich mit dem Lacrymale verbindet; das ist nicht bei Vögeln, aber auch nicht bei *Archaeopteryx* gesehen. Ebenso verhält es sich mit dem Jugale, welches bei Pterosauriern den unteren Theil der Augenhöhle bildet, bei Vögeln und *Archaeopteryx* nicht. Auch die Gelenkung mit dem Unterkiefer unterscheidet die Pterosaurier von lebenden Vögeln, ebenso wie von *Archaeopteryx*: während bei ersteren das Quadratbein schief nach vorn gerichtet ist, so dass die Gelenkung unter die Augenhöhle zu liegen kommt, liegt dieselbe bei allen postjurassischen Vögeln hinter der Augenhöhle und ebenso auch bei *Archaeopteryx*. Hieraus ergiebt sich, dass unser Fossil die Brücke, welche vom Reptil-Kopf zum Vogel-Kopf durch die Pterosaurier begonnen, aber noch nicht vollendet wurde, in keiner Weise verändert. Der *Archaeopteryx*-Kopf theilt mit dem der übrigen Vögel alle Merkmale, welche ihn mit dem der Pterosaurier verbinden oder ihn von demselben trennen. Nur in einem Punkte besteht eine Annäherung zwischen den meisten Pterosaurierköpfen und dem der *Archaeopteryx*, und der liegt in der Bezahnung. Es würde dieser Eigenschaft sicher ein sehr grosses Gewicht beizulegen sein, wenn man nicht in neuester Zeit durch O. C. Marsh's

[1]) Ueber Flugsaurier aus dem lithographischen Schiefer Bayerns. Palaeontographica Bd. 29. 1882.

berühmte Entdeckungen sowohl echte Vögel mit Zähnen, wie auch echte Pterosaurier ohne solche kennen gelernt hätte. Es ist dadurch bewiesen, dass der Besitz oder Mangel an Zähnen nicht als untrüglicher Hinweis auf Verwandtschaft zu verwerthen ist, wenn nicht noch Anderes hinzukommt. Aber auch angenommen, der Besitz von Zähnen an und für sich sei schwer in's Gewicht fallend, so ist doch in der Form der Bezahnung hier und dort kaum eine Analogie zu finden. Bei Pterosauriern sowohl, wie bei *Archaeopteryx* stehen sie allerdings in besonderen Alveolen, aber weder in den nach vorn gerichteten langen Zähnen der Ramphorhynchen, noch in den stumpf- oder spitz-kegelförmigen Zähnen der Pterodactylen, noch endlich in der gekrümmten Kegelform der Dimorphodonten-Zähne ist eine Aehnlichkeit, geschweige denn eine Uebereinstimmung mit derjenigen Zahnform zu erblicken, welche wir oben (pag. 12 [128]) als die der *Archaeopteryx* kennen lernten. Dazu kommt noch, dass sämmtliche Pterosaurier, so verschieden ihre Zähne in Form, Richtung und Zahl auch sonst sein mögen, doch darin übereinstimmen, dass sie zur selben Zeit Zähne verschiedener Grösse besitzen, mögen nun die vorderen oder die hinteren länger sein oder, wie bei *Dimorphodon*, die hinteren Zähne in Grösse mit einander abwechseln. Auch davon findet sich nichts bei *Archaeopteryx:* die Zähne sind gleich gross, vom letzten bis zum ersten, und durch gleich lange Diastemata getrennt, was letzteres bei Pterosauriern bisher auch nicht beobachtet worden ist. — Lassen wir aber nun die Pterosaurier ausser Acht und prüfen wir den Werth der Bezahnung zum Vergleich mit den übrigen Vögeln. Es ist zunächst hervorzuheben, dass die Bezahnung als solche niemals berechtigt, ein Thier seiner Stellung im System nach mit Sicherheit zu beurtheilen, denn nachdem wir *Hesperornis* und *Ichthyornis* kennen gelernt haben, wissen wir, dass der Besitz von Zähnen sich bei den Vögeln der älteren Perioden bis zur oberen Kreidezeit hin erhalten hat, vielleicht sogar *(Argillornis longipennis)* bis in's Tertiär. Damit ist aber auch die Schranke gefallen, welche zwischen den Vögeln, deren constanter Zahnmangel bisher als für sie besonders charakteristisch angenommen wurde, und den übrigen Wirbelthieren zu bestehen schien. Wir kennen nun keine Wirbelthierclasse mehr, in welcher nicht bezahnte und unbezahnte Thiere neben einander vorkämen, und manchmal stehen solche im System recht nahe beisammen. Besonders auffallend sind die Ichthyosauren mit Zähnen neben den Sauranodonten ohne Zähne und die Pterodactylen mit Zähnen neben den zahnlosen Pteranodonten America's. Freilich hat ein gewisses Merkmal oder ein gewisser Unterschied in einer Thierclasse eine viel grössere Bedeutung als in einer anderen; aber angesichts der so zahlreichen Beispiele, wo zahnlose Thiere als nächste Verwandte im System neben zahnbesitzenden stehen, wird man auch nicht sehr erstaunen dürfen, wenn einmal ein *Archaeopteryx*-ähnliches Thier ohne Zähne aufgefunden wird, ebenso wie zur Zeit der Kreideformation in America die bezahnten Pterodactylen neben den unbezahnten Pteranodonten lebten.

2. Wirbelsäule und Rippen. Die Halswirbel der *Archaeopteryx* sind leider zu ungünstig erhalten, um über ihre Formeneinzelheiten in's Klare kommen zu können. Es scheint, dass die Wirbelkörper mit weniger zahlreichen und complicirten Apophysen behaftet waren, als bei den postjurassischen Vögeln. Mit *Ichthyornis* haben sie die plane oder biconcave Gelenkung gemeinsam, doch ist auch hier schon grössere Entfaltung der Apophysen vorhanden. Nichtsdestoweniger zeigt die Lage des Halses auf der Gesteinsplatte, dass er sehr beweglich gewesen sein muss. Und da nun ferner die Zahl der Halswirbel, die Länge des Halses und das Vorhandensein von nadelartigen Halsrippen Merkmale sind, welche wir auch an den geologisch jüngeren Vögeln wiederfinden, so hindert nichts, den Hals der *Archaeopteryx* als einen Vogelhals anzusprechen, bei welchem die Apophysenentwicklung noch nicht den Grad der Höhe an den einzelnen Wirbeln erlangt hat, wie später. Doch würde diese Ansicht von Jemand, dem besonders daran gelegen wäre, möglichst viel Reptilcharaktere in der *Archaeopteryx* aufzufinden, leicht angegriffen werden können mit einem Hinweis auf den biegsamen Hals von *Compsognathus*, von *Pterodactylus*, *Rhamphorhynchus* und der Pterosaurier überhaupt. Im grossen Ganzen ist die Aehnlichkeit allerdings nicht zu verkennen, geht man aber in's Einzelne, so sind zwischen dem Hals der *Archaeopteryx* und dem der übrigen genannten Thiere Unterschiede genug vorhanden. Die

ältesten Pterosaurier, die Owen als *Dimorphodon* kennen gelehrt hat, besitzen einen verhältnissmässig kurzen Hals mit wenig (nach Owen 7) Halswirbeln, welche hohe Processus spinosi und ganz kurze, gedrungene Halsrippen besitzen. Die späteren Pterosaurier, also die Zeitgenossen der *Archaeopteryx*, haben zwar mehr cylindrische Halswirbel, immerhin aber noch ansehnlich hohe Dornfortsätze und anscheinend keine Halsrippen, wenigstens habe ich solche an keiner Abbildung und auch an keinem von mir im Original untersuchten Exemplar sehen können; also auch hier keine Uebereinstimmung mit *Archaeopteryx*, ebensowenig wie bei *Compsognathus*, dessen Halswirbel ihrer Gestalt nach denen der *Archaeopteryx*, soweit man das trotz der an beiden Exemplaren mangelhaften Erhaltung beurtheilen kann, am nächsten zu kommen scheinen, aber durch den Besitz der so auffallend starken, langen und am proximalen Ende verbreiterten Halsrippen wohl unterschieden sind. — Aus dem Gesagten geht hervor, dass der Hals zwar eine allgemeine Aehnlichkeit mit dem gewisser langhalsiger Reptilien besitzt, im Einzelnen jedoch wohl davon unterschieden ist, während kein Merkmal beobachtet wurde, welches der Ansicht entgegensteht, dass die Beschaffenheit des Halses bei *Archaeopteryx* die eines Vogels ist, welcher noch nicht die Höhe der Apophysen-Ausbildung und somit der Beweglichkeit erlangt hat, wie seine geologischen Nachfolger, mit denen er durch *Ichthyornis* wegen des gemeinschaftlichen Besitzes biconcaver Wirbel verbunden ist. Aehnlich verhält es sich mit den Brustwirbeln. Ihre verhältnissmässig bedeutende Dicke und die Gedrungenheit der Wirbelkörper, die niedrigen, aber langen und anscheinend mit einander in Berührung stehenden Dornfortsätze, die Längsrinnen auf der ventralen Hälfte geben ihnen sofort auf den ersten Anblick etwas Vogelartiges. Es lässt sich aber trotzdem nicht in Abrede stellen, dass auch die Pterosaurier in dieser Beziehung sehr ähnlich gestaltet zu sein scheinen, während *Compsognathus* und die übrigen Dinosaurier, deren Rückenwirbel man beobachtet hat, durch relativ längere und dünnere Wirbel mit kräftigeren, namentlich höheren Dornfortsätzen unterschieden sind. Sind nun aber die Brustwirbel der Pterosaurier in der That ähnlich gebildet, wie die der *Archaeopteryx*, so geht angesichts der Thatsache, dass letztere mit keinem Brustwirbel besser übereinstimmen, als mit dem eines Vogels (im speciellen Fall mit *Ichthyornis*), zunächst daraus hervor, dass die Pterosaurier vogelähnliche Brustwirbel haben, ebenso wie man ihnen auch nie die Vogelähnlichkeit im Bau des Kopfes absprechen wird, ohne sie deshalb zur Classe der Vögel rechnen zu wollen. — Bei *Archaeopteryx* nun treten mit diesen Vogel-Brustwirbeln Rippen in Verbindung, wie sie bei keinem lebenden oder fossilen Vogel sonst bekannt sind. In der eigenthümlichen Länge und Dünne und im Mangel jeder Spur eines Processus uncinatus liegt das Absonderliche dieser Skelettheile, mehr als manches andere geeignet, die *Archaeopteryx* fremdartig dastehen zu lassen. Es wurde bereits erwähnt (pag. 20 [136]), dass nicht festzustellen war, ob die Rippen nur mit einem Capitulum, oder mit diesem und einem Tuberculum zugleich an den Brustwirbeln gelenkten und wo an letzteren diese Gelenkfläche sich befände. Diese Unsicherheit fällt aber wenig in's Gewicht gegenüber den Eigenschaften der Rippen, welche deutlich wahrzunehmen sind. Während der Brustkorb der lebenden und überhaupt aller postjurassischen Vögel durch die breiten, kräftigen Rippen auffällt, welche durch das Uebergreifen der Processus uncinati auf die folgenden Rippen eine noch grössere Kraft zum Widerstande z. B. gegen Luftdruck erhalten, und während bei eben diesen stets eine feste Verbindung der Rippen mit dem Brustbein durch Vermittlung der Sternocostalia vorhanden ist, welche von den distalen Rippenenden zu den Seiten des Brustbeins hinübergehen und dort in Gruben gelenken, ist von alledem bei *Archaeopteryx* keine Spur vorhanden: die Rippen sind dünn, schmächtig, lang, besitzen nicht die geringste Andeutung eines Processus uncinatus und endigen in freien feinen Spitzen, ohne mit einem Sternocostale in Verbindung zu treten. Statt der Sternocostalia sind, ähnlich wie bei den Pterosauriern und einigen lebenden Reptilien (Crocodilier, *Hatteria*), Bauchrippen vorhanden, welche aber nicht mit einem linearen Abdominalsternum in Verbindung traten, wie C. Vogt will, sondern mit den freien vorderen Enden sich berühren, oder jedenfalls paarweis nahe nebeneinanderliegend und nach den spitzen Enden zu divergirend frei auf der Bauchseite des Thieres lagen. Diese Art der Rippenbildung erscheint für einen Vogel höchst seltsam, wenn

man ausser Acht lässt, dass *Archaeopteryx* sich auf einer Entwicklungsstufe des Vogelstammes befindet, wo derselbe die Vorderextremitäten noch nicht zum Fliegen allein benutzte, sondern noch zum Laufen und Festhalten an Aesten etc. Gerade der durch den starken Schultergürtel und seine Verfestigung mit den breiten Sternocostalien und dadurch mit den Rippen selbst so kräftig gestaltete Brustkorb der Vögel fehlt hier, aber die Elemente, aus denen er sich zusammensetzt, sind vorhanden. Vom Sternum wird später noch die Rede sein, hier sei nur vorausgeschickt, dass das Vorhandensein eines solchen nicht zweifelhaft sein kann; es war jedoch nur klein. Nun erfahren wir aber, dass das Brustbein der Vögel aus der Verschmelzung der Rippenenden von vorn nach hinten erwächst und so zwei Knorpelbänder entstehen, welche später in der Mittellinie mit einander verschmelzen [1]). Es lässt sich daraus angesichts der Rippen der *Archaeopteryx* die Vorstellung gewinnen, dass die Bildung des Sternums noch nicht aus so viel Rippenpaaren wie beim lebenden Vogel vor sich gegangen ist, dass dieselbe, erst bei höher entwickelten Vögeln eintretend, das Sternum zwischen die vorderen Enden der Bauchrippen [2]), wie sie *Archaeopteryx* zeigt, schob und sie dadurch zu Sternocostalien umgestaltete, die sich dann mit ihren hinteren Enden an die der wahren Rippen anfügten und so die bekannte feste Verbindung zwischen Sternum und Rippen herstellten. Ob und wie weit diese durchaus als Vermuthung ausgesprochene Annahme irgendwelche Berechtigung erhält, wird sich erst entscheiden lassen, wenn genauere Beobachtungen über die Entstehung der Rippen und ihre Verbindung mit dem Sternum am Vogelembryo angestellt worden sind als bisher. Auch in der so ausführlichen Abhandlung von M. Braun [3]) „Ueber die Entwickelung des Wellenpapagei's (*Melopsittacus undulatus* Sh.)" habe ich nichts hierauf Bezügliches gefunden. — Ebenso verhält es sich mit dem Fehlen der Processus uncinati an den Rippen der *Archaeopteryx;* auch über ihr erstes Auftreten enthielt die mir bekannte Literatur nichts [4]).

Wenn nun auch die soeben besprochenen Skelettheile der *Archaeopteryx* denen der heutigen Vögel nicht gleich gebildet, obwohl, wie ich vermuthe, in ihnen die Elemente vorhanden sind, aus denen sich der Brustkorb der letzteren entwickelt, so fehlt andererseits auch jede Aehnlichkeit mit den Rippen irgendwelchen Reptils. Ohne hier deren Form bei jeder einzelnen Abtheilung derselben beschreiben zu wollen, soll nur betont werden, dass keine, auch nicht die vogelähnlichsten Abtheilungen so lange, schlanke, spitzzulaufende Rippen besitzen, welche zugleich an so kräftigen, kurzen und gedrungenen Wirbeln befestigt sind. — Ist also die Beschaffenheit der Rippen der *Archaeopteryx* von der der übrigen Vögel abweichend und bleibt es weiteren Untersuchungen vorbehalten, den Zusammenhang zwischen beiden nachzuweisen, eine Aufgabe, welche der Entwicklungsgeschichte und der Embryologie zufallen wird, so ist diese Beschaffenheit doch andererseits auch nicht in Einklang zu bringen mit derjenigen der Reptilrippen. Wir sind also nicht berechtigt, aus ihr eine Reptilähnlichkeit für *Archaeopteryx* abzuleiten.

Ueber das Sacrum von *Archaeopteryx* erlaubt das in Berlin befindliche Exemplar keine Beobachtung, nur so viel lässt sich aus der Kürze des nicht zu beobachtenden Theiles der Wirbelsäule entnehmen, dass es nicht aus zahlreichen Wirbeln bestanden haben kann. Auch an dem Londoner Specimen ist die Zahl der Sacralwirbel nicht ganz klar zu erkennen; es werden von Seeley 5 angegeben, also jedenfalls eine den lebenden Vögeln gegenüber geringe Zahl. Ausserdem aber ist ihre Verknöcherung mit dem Becken jedenfalls viel weniger stark gewesen, denn man sieht das Becken des Londoner Exemplars getrennt vom Sacrum auf der Gesteins-

[1]) Foster and Balfour. The elements of embryology. Second edition revised. Edited bey A. Sedgwick and W. Heape London. 1883. pag. 235.

[2]) Sollte sich das oben Gesagte durch spätere Untersuchungen bestätigen, so würde zu gleicher Zeit damit ausgesprochen sein, dass diese „Bauchrippen" eine andere Entstehung haben müssen, als diejenigen der Crocodilinen, wo sie nur verknöcherte Sehnen sind.

[3]) Arbeiten aus dem zoologisch-zootomischen Institut in Würzburg. 5. Bd. 1882.

[4]) Hierbei ist jedoch nicht zu vergessen, dass mir wahrscheinlich nur ein kleiner Theil der einschlägigen Literatur bekannt geworden ist, dass also leicht Untersuchungen über obige Fragen nicht zu meiner Kenntniss gekommen sein können.

platte liegen, ohne dass es zerbrochen wäre; es ist also nicht gewaltsam getrennt worden und kann daher ursprünglich nur in lockererer Verbindung mit dem Sacrum gewesen sein, als bei den übrigen Vögeln, bei welchen eine solche Trennung ohne Zertrümmerung der einzelnen Theile nicht ausführbar wäre. Da das Sacrum eng mit dem Beckengürtel zusammenhängt, so werde ich weiter unten bei Besprechung dieses Skelettheils darauf zurückkommen.

Die Schwanzwirbel in ihrer Zahl und Länge sind unbezweifelt derjenige Theil des *Archaeopteryx*-Skelets, welcher zumeist die Vorstellung erweckt, dass das Thier zwischen Reptil und Vogel eine Mittelstellung einnehme. Der „Eidechsenschwanz" der *Archaeopteryx* figurirt fast in jedem Lehrbuch und ist neuerlichst sogar Veranlassung geworden, den *Rhamphorhynchus*-ähnlichen Pterosauriern die Vaterschaft der Carinaten zu octroyiren[1]). Man hat sich jedoch bei dieser Anschauung bisher ausschliesslich an eine Eigenschaft dieses Schwanzes, nämlich an seine Länge, gehalten und die Form unberücksichtigt gelassen. — Was nun zunächst diese Länge, d. h. die Zusammensetzung aus einer beträchtlichen Zahl von langgezogenen Wirbeln betrifft, so hat schon Owen wiederholt darauf hingedeutet, dass in Vogelembryonen der Schwanz länger angelegt sei, als beim ausgewachsenen Vogel, und dass die Zahl der Schwanzwirbel z. B. beim jungen Strauss grösser sei, als beim ausgewachsenen. Aehnliches ist auch von anderen Seiten ausgesprochen, aber in einer durch klare Darstellung und gute Abbildungen ausgezeichneten Abhandlung von Marshall[2]) zuerst näher begründet worden, welche gerade zu dem Zweck veröffentlicht wurde, die Grösse der Kluft, welche zwischen den Schwänzen der *Archaeopteryx* und der übrigen Vögel anscheinend vorhanden ist, zu verringern. — Bekanntlich besteht das Schwanzskelet der postjurassischen Vögel aus einer beschränkten Anzahl von Wirbeln und endigt entweder (bei vielen Ratiten) in einem kleinen Wirbel, oder (bei allen Carinaten) in einem langen, bei den verschiedenen Ordnungen sehr verschiedenartig gestalteten Knochen, welcher Pygostyl, Plough-share-bone, oder (von Marshall) Endkörper genannt wird. Er ist es, welcher die Bürzeldrüse (Glans uropygii) trägt und den Steuerfedern zum Ansatz dient, die von ihm strahlenförmig ausgehen. Dieser Pygostyl wurde von den meisten Autoren für einen einheitlichen Körper angesehen, bis, wie erwähnt, Owen in seiner Anatomy of vertebrates und später auch in seiner Abhandlung über *Archaeopteryx* (pag. 45 t. 3 f. 5 und 6) das Entstandensein aus mehreren Wirbeln betonte. Marshall hat diese Verhältnisse an zahlreichen Repräsentanten lebender Vögel weiter verfolgt und überall nachweisen können, dass der Pygostyl aus der Verwachsung mehrerer Wirbel entsteht. Ferner ist durch Owen's und Gegenbaur's Untersuchungen klargelegt, dass auch das Sacrum bei jungen Vögeln nicht aus so viel Wirbeln besteht, wie beim ausgewachsenen Thier, sondern dass erst in späteren Wachsthumsstadien einige anfänglich freie Wirbel mit den Ossa Ilei verschmelzen. Also sowohl die geringere Zahl Sacralwirbel wie die bedeutendere Zahl Schwanzwirbel, wie sie *Archaeopteryx* im Gegensatz zum ausgewachsenen Vogel zeigt, findet sich im Vogelembryo wieder. Während die ausgewachsene Ente, wie Marshall anführt, nach Cuvier's Zählung 8 Schwanzwirbel besitzen sollte, hat sie in Wahrheit 18, wovon 7 im Becken liegen, 5 als freie und 6 als zum Pygostyl zusammengewachsene Schwanzwirbel erscheinen; *Buceros* hat in Summa 14, welche sich auf die 3 bei der Ente soeben genannten Theile in den Zahlen 3, 6, 5 vertheilen[3]). — Alle diese Zahlen erreichen aber die bei *Archaeopteryx* vorhandene Höhe von mehr als 20 Wirbeln noch nicht, und um die Kluft voll-

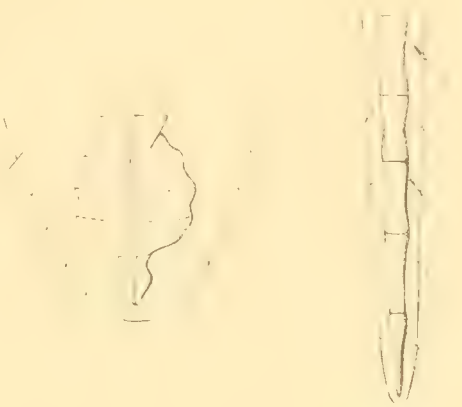
[1]) Wenn Wiedersheim in seinem Lehrbuch der vergleichenden Anatomie der Wirbelthiere. 1882. pag. 67 die beiden Hauptabtheilungen der Vögel von zwei verschiedenen Reptilgruppen ableiten will (nämlich die Carinaten von den langschwänzigen Pterosauriern und die Ratiten von den Ornithosceliden, speciell den Dinosauriern), so befremdet es, wenn er auf pag. 71 desselben Werkes auch zur Erklärung der Differenzirung der einzelnen Wirbel bis zur Schwanzspitze, wie sie einige Ratiten zeigen, den *Archaeopteryx*-Schwanz herhalten lässt.

[2]) Untersuchungen über den Vogelschwanz. Niederländisches Archiv für Zoologie. 1. Bd. 1872. pag. 194ff. t. 16.

[3]) Weitere Angaben über Wirbelzahlen verschiedener Vögel finden sich u. A. bei Selenka l. c. pag. 45ff. und bei Wiedersheim, Lehrbuch der vergleichenden Anatomie der Wirbelthiere. 1882. pag. 71.

ständig zu überbrücken, muss man eine weitere Beobachtung, welche wir M. Braun[1]) verdanken, nicht vergessen, dass nämlich der Vogelschwanz in der ersten Anlage auch nicht einmal mit den später zum Pygostyl verwachsenden Wirbeln endigt, sondern, dass hinter dem sich weiter ausbildenden Theil ursprünglich noch ein Chordastab angelegt ist, welcher aber schon im Vogelembryo wieder verschwindet. Es ist also in den ersten Embryonalstadien des Vogels das Schwanzskelet länger angelegt als in späteren und wird noch später durch Verwachsung der vorderen Wirbel mit dem Becken und der hinteren zum Pygostyl verkürzt. Angesichts dieser Beobachtungen kann es nach meinem Dafürhalten nichts Befremdendes haben, wenn *Archaeopteryx* einen aus zahlreichen Wirbeln zusammengesetzten Schwanz besitzt, da hier — wie auch an anderen Skelettheilen noch nachzuweisen sein wird — zahlreiche Eigenschaften am ausgewachsenen Thier vorhanden sind, welche bei den heutigen Vögeln nur im Embryo erscheinen und später verschwinden. Im Gegentheil, soll das biogenetische Grundgesetz Gültigkeit haben, so müssen wir, die an Vogelembryonen gewonnenen Resultate berücksichtigend, für die Vorläufer der heutigen Vögel a priori einen langen, aus zahlreichen Wirbeln bestehenden Schwanz beanspruchen, und dem ist *Archaeopteryx* gerecht geworden.

Ein weiterer Unterschied zwischen dem Schwanz der *Archaeopteryx* und der übrigen Vögel — wenigstens Carinaten — beruht in der anscheinend verschiedenen Art der Anheftung der Steuerfedern: bei *Archaeopteryx* stehen sie wie die Fahne der Feder zum Schaft, bei den übrigen Vögeln ordnen sie sich fächerförmig um die Ränder des Pygostyls, aber darin stimmen beide überein, dass auf jeder Schwanzseite eine gleiche Zahl von Federn steht, wenn auch, wie zu erwarten, bei *Archaeopteryx* der Länge des Schwanzes wegen mehr Paare als bei den lebenden Carinaten (denn nur diese sind die Träger wahrer Rectrices) zur Ausbildung gekommen sind. Diese Differenzen waren allerdings schwer auszugleichen, bevor man erkannt hatte, dass der Pygostyl ursprünglich aus mehreren Wirbeln besteht; nach den Untersuchungen Marshall's aber existirt ein Unterschied nur noch in der Form, nicht mehr in der Anlage. Beistehender Holzschnitt, der Marshall'schen Abhandlung entnommen, diene zur Erläuterung. Links ist das Schwanzende von *Buceros* mit 5 zum Pygostyl verwachsenen Wirbeln, rechts das Schwanzende der *Archaeopteryx* in eben so viel Wirbeln schematisch dargestellt, an beiden die Ansätze der Rectrices angedeutet. Marshall sagt darüber: „Denken wir uns z. B., der Endkörper von *Buceros*, welches Genus jederseits fünf Steuerfedern hat, bestände in seiner jetzigen Gestalt, ohne dass aber die Wirbel verschmolzen wären, diese Wirbel wären ferner nicht knöchern sondern dehnbar, elastisch, wie etwa Kautschuk; nur[2]) zöge man an diesem dehnbaren Endkörper, sofort würde er (siehe das beigefügte Schema im Holzschnitt) seine Proportionen ändern, die einzelnen Wirbel würden sich strecken, mit ihnen zugleich die sie umgebende Muskel- und Fettmasse, die in der Haut befestigten Steuerfedern würden aber gewissermaassen ihre Lage behalten, nur würden die Zwischenräume zwischen ihnen grösser werden und sie selbst würden zur Wirbelsäule senkrechter zu stehen kommen: es würde sich also die fächerartige Anordnung verlieren, das ganze Ende des Schwanzes würde mit den fünf letzten Wirbeln des *Archaeopteryx*-Schwanzes übereinstimmen, hier wie dort hätten wir eine Reihe schlanker Wirbel, die wie ein Federkiel die Barten, so an jeder Seite die Steuerfedern trügen.“ Auch den Gegensatz, der zwischen *Archaeopteryx*



[1]) Die Entwickelung des Wellenpapagei's (*Melopsittacus undulatus* Sh.) in: Arbeiten aus dem zoologisch-zootomischen Institut in Würzburg. 5. Bd. 1882. pag. 302 ff. t. 13.

[2]) Soll wohl „nun“ heissen.

und den übrigen Vögeln darin besteht, dass bei ersterer auch die ersten, vordersten Wirbel (wenn auch kürzere) Rectrices tragen, während dieselben bei den übrigen auf den Pygostyl beschränkt sind, weiss Marshall auszugleichen, indem er annimmt, dass zur Erlangung einer brauchbareren Benutzung des Vogelschwanzes als Steuerruder zugleich mit der Umwandlung des Schwanzskelets eine Verkürzung sämmtlicher Rectrices Hand in Hand gegangen sein muss, und dass dann bei der später wieder eintretenden Verlängerung der am Pygostyl angebrachten Rectrices die zwischen Becken und Pygostyl befindlichen als überflüssig, ja hinderlich verschwanden. Die Zwischenstufe, wo zahlreiche, kurze Steuerfedern vorhanden sind bei schon reducirtem und verwachsenem Schwanzskelet, glaubt Marshall in den Familien der Lamellirostren, Urinatoren und Steganopoden erkannt zu haben.

Aus dem bisher Mitgetheilten ergiebt sich also, dass weder in der Länge, noch in der Zahl der Wirbel, noch in der Art der Federstellung, noch endlich in der Befiederung auch der ersten, auf das Becken folgenden Schwanzwirbel Eigenschaften des *Archaeopteryx*-Schwanzes zu erblicken sind, welche nicht ungezwungen aus dem bei Vogelembryonen Beobachteten und dem hierdurch die Beschaffenheit des Schwanzes geologisch jüngerer Vögel Erklärendem abzuleiten sind.

Es bleibt nun noch zu erörtern, ob in der Form der einzelnen Wirbel und damit in der Form des ganzen Schwanzskelets *Archaeopteryx* sich dem Reptil- oder dem Vogeltypus hinneigt. — Wie die beiden Individuen lehren, besteht das Schwanzskelet aus zwei sehr verschieden gestalteten Theilen, einem vorderen mit wenigen kurzen, starke Querfortsätze besitzenden Wirbeln und einem hinteren langen mit zahlreicheren verlängerten Wirbeln ohne Querfortsätze. Beide Theile folgen fast unvermittelt auf einander, d. h. es ist weder eine allmähliche Längenzunahme noch eine allmähliche Verkürzung der Querfortsätze an den ersten Wirbeln zu sehen. Die Wirbel des vorderen Theiles entsprechen nun vollkommen den ersten Schwanzwirbeln gewisser Vögel, namentlich denen der Gallinaceen, und man wird vergeblich ein Reptil suchen, welches in dieser Beziehung der *Archaeopteryx* näher stände. Von Schildkröten und Schlangen ist dabei von vornherein abzusehen, da deren Schwanzwirbel kaum einen Vergleich nöthig machen. Die langschwänzigen lebenden Reptilien, wie Saurier und Crocodile haben in Uebereinstimmung mit ihren fossilen Vorgängern stets kräftig entwickelte Haemapophysen und verhältnissmässig höhere obere, wie auch kürzere quere Fortsätze; zudem geht die Form der vorderen Wirbel ganz allmählich in die der hintersten über; es ist nirgends ein Sprung von einem vorderen Theil zu einem hinteren wahrnehmbar. In dieser Entwickelung des Schwanzskelets folgen ihnen sämmtliche Dinosaurier, die in dieser Beziehung bisher untersucht werden konnten, auch der vogelähnlichste — *Compsognathus* — macht keine Ausnahme, nur dass bei ihm die Wirbelcentren etwas länger sind als gewöhnlich; doch fehlen weder die hohen Dornfortsätze, noch die Haemapophysen; die Querfortsätze scheinen fortgebrochen zu sein, wie auch Wagner angiebt. Endlich ist auch der Schwanz von *Rhamphorhynchus* und *Dimorphodon* gänzlich verschieden, da den vorderen Wirbeln die starken Querfortsätze fehlen und die hinteren sich in einfachen Gelenkflächen der Wirbelcentren berühren, nicht durch hintere Zygapophysen resp. einen langen niedrigen Dornfortsatz, wie bei *Archaeopteryx*, gelenken. Dass der von Owen wiederholt angegebene Unterschied — die Schwanzwirbel der genannten Pterosaurier hätten verknöcherte Bänder (bony tendons), *Archaeopteryx* dagegen nicht — in der That nicht besteht, ist oben (pag. 23 [139]) dargethan. — Es ergiebt sich also, dass die Schwanzwirbelsäule der *Archaeopteryx* in zwei, streng von einander geschiedene Theile zerfällt, wie das bei keinem Reptil beobachtet ist, wohl aber bei den postjurassischen Vögeln, wenigstens aus der Abtheilung der Carinaten. Der Unterschied besteht in dem Verwachsen zu einem Pygostyl hier und in dem Freibleiben derselben Elemente dort. Auch in der Form der Wirbel, sowohl derjenigen des vorderen als auch derjenigen des hinteren Schwanztheils, kommt *Archaeopteryx* mit keinem Reptil überein, während wenigstens diejenige des vorderen Theiles noch heute bei lebenden Vögeln vorhanden ist. Welche Form diejenigen Wirbel ursprünglich besessen haben, aus welchen der Pygostyl sich bildet, lehrt eben *Ar-*

chaeopteryx, an lebenden Vögeln ist sie nicht mehr festzustellen. — Dass die Kürze des heutigen Vogelschwanzskelets erst etwas im Lauf der Zeit Erworbenes ist, ist schon früher von manchen Autoren vermuthet, eben aus der Beschaffenheit dieses Theils bei Vogelembryonen und jungen Vögeln, und dass die Vorläufer der Vögel somit langschwänzige Thiere waren, ist durch die Untersuchungen an Vogelembryonen höchst wahrscheinlich gemacht, durch *Archaeopteryxa* aber direct bewiesen. Wenn jedoch die einzelnen Theile dieses langen Schwanzes mit den entsprechenden der Reptilien Zug um Zug in Vergleich gebracht werden, so hört jede Uebereinstimmung, bis auf die Länge, auf. Mag daher die *Archaeopteryx* immerhin die reptilienartigen Vorläufer der geologisch jüngeren Vögel ausser Frage stellen, so giebt sie trotzdem keine Handhabe, aus der Bildung ihrer Schwanzwirbelsäule die Verwandtschaft mit einer bestimmten, bisher aufgefundenen Reptilienordnung, geschweige denn eine directe Abstammung von einer derselben abzuleiten.

3. Der Schultergürtel ist derjenige Theil, welcher am ungenügendsten bekannt ist. Von den 4 Knochen, welche ihn zusammensetzen — Scapula, Coracoid, Furcula und Sternum — kennt man ausreichend nur die Scapula und die Furcula, vom Coracoid nur die proximalen Theile, vom Sternum nichts. Dass die Scapula Vogel-ähnlich und, wie Vogt hinzugefügt hat, Pterodactylen-ähnlich ist, ist schon von Owen erkannt und niemals bestritten worden; dass ferner die Furcula, wie Owen sie erkannte, in der That eine solche und nicht, wie C. Vogt will, eine Praepubis ist, ist einmal durch Seeley bestätigt worden, dann aber durch den Nachweis, dass derselbe Knochen auch an dem Berliner Exemplar und zwar in situ vorhanden ist, wenn man auch nur wenig von ihm sieht, direct bewiesen. Das Vorhandensein einer Furcula ist aber noch nach zweierlei Richtung wohl beachtenswerth. Einmal besitzen eine solche nur die Carinaten unter den Vögeln, und es weist also der Besitz der Furcula darauf hin, dass *Archaeopteryx* diesen anzureihen ist, was auch aus anderen, unten näher zu begründenden Thatsachen, namentlich der Befiederung, nothwendig erscheint; dann ist zweitens durch das Vorhandensein der Furcula wenigstens auch das Vorhandensein der Elemente, aus welchen sich die Crista des Brustbeins bildet, erwiesen. Nach den Untersuchungen von Götte entsteht die Sternalcrista durch das Verwachsen der distalen Enden der Claviculae, also der Furcula, unter sich und mit dem Sternum, nach Abschnürung von den proximalen Clavicula-Enden, welche dann distal zur Furcula verwachsen und theils durch Ossification theils durch Bindegewebe mit der Spitze der Sternalcrista in Verbindung treten. Wo also eine Furcula vorhanden ist, sind auch die Elemente für eine Sternalcrista vorhanden, und auch aus diesem Grunde können wir der *Archaeopteryx* ein gekieltes Sternum und dämit wieder eine Eigenschaft der Carinaten vindiciren. Dass die sichtbaren proximalen Enden der Coracoiden durchaus Vogel-ähnlich sind und dass auch ihre Verbindung mit der Scapula mit der der lebenden Vögel übereinstimmt, ist oben (pag. 25 [141]) schon gesagt. Ueber das Sternum wissen wir noch nichts Sicheres. Dass ein solches vorhanden war und dass dasselbe eine Crista besass, unterliegt für mich keinem Zweifel; ob aber der von Marsh am Londoner Exemplar dafür angesprochene Skelettheil in der That das Sternum ist, ist noch unsicher. Aus der Lage der Bauchrippen ist direct zu folgern, dass das Sternum nur klein gewesen sein kann, kleiner jedenfalls als bei den lebenden Carinaten. Seine Auffindung würde von ganz besonderem Interesse zur Aufklärung der Verhältnisse sein, unter welchen seine Verbindung mit dem Schultergürtel einerseits, mit den Rippen andererseits stattgefunden hat. — Ueber das Sternum und den Schultergürtel lässt sich heute nur so viel sagen, dass das, was zu beobachten ist, durchaus dem bei lebenden Vögeln Gekannten analog ist, sowohl in Bezug auf Form als auf die Verbindung der einzelnen Theile, dass aber gerade dieser Theil zu unvollständig gekannt ist, um sichere Ergebnisse in der hier behandelten Verwandtschaftsfrage zu gestatten.

4. Die Vorderextremität ist im Gegensatz zum Schultergürtel wohl die am besten erhaltene Parthie unseres *Archaeopteryx*-Skelets. Die Beschreibung ist oben (pag. 28 [144]) gegeben und hier darauf zu verweisen. Dass der Humerus der Pectoralcrista baar ist, wurde ebenfalls schon gesagt und die Behauptung Owen's, dass eine solche vorhanden sei, durch den Nachweis, dass Owen die untere (ventrale) Seite für die

obere (dorsale) gehalten hat, widerlegt. In dieser Abwesenheit der Crista pectoralis nähert sich der Humerus allerdings oberflächlich betrachtet dem eines Crocodils, wie C. Vogt bemerkt hat, aber auch hier ist ihm entgegenzuhalten, was Seeley darauf erwidert, dass der Humerus eines jungen Brahma-Huhnes noch Reptilienähnlicher sein könne als der der *Archaeopteryx*. Wenn man weiter erwägt, dass *Archaeopteryx* noch ein sehr beschränktes Flugvermögen besessen hat, dass also auch die die Flügel bewegende Muskulatur noch schwach entwickelt und somit für deren Ansatz keine grosse Fläche erforderlich war, dass dagegen die Vorderextremität nicht nur zum Fluge, sondern noch der Locomotion in Gemeinschaft mit den Hinterextremitäten diente, so bietet die Form des Humerus nichts Auffallendes dar. Seine Unterschiede von dem der Pterosaurier hat Owen klar dargethan. — Von Radius und Ulna ist nur nochmals hervorzuheben, dass in Uebereinstimmung mit den lebenden Vögeln ersterer schwächer ist wie letztere, und dass, wie auch Owen schon gezeigt hat, hierin ein wesentlicher Unterschied von denselben Knochen der Pterosaurier liegt, bei welchen das umgekehrte Verhältniss besteht. Auch die Art der Gelenkung mit Humerus und Carpus ist dieselbe wie beim Vogel: am proximalen Ende greift die Ulna etwas höher, am distalen der Radius etwas tiefer herab. — Ob der Carpus aus einem oder zwei Knochen zusammengesetzt ist, ist noch unsicher. Owen nahm einen Carpalknochen an, und mit Sicherheit ist auch an unserem Exemplar nur einer nachzuweisen. Ich habe jedoch oben (pag. 30 [146]) auseinandergesetzt, dass am Carpus der linken Extremität eine Längsfurche vorhanden ist, welche möglicherweise die Grenze zwischen Radiale und Ulnare darstellt, dass aber endlich, auch wenn nur ein Carpale sichtbar ist, das Vorhandensein eines zweiten nicht ausgeschlossen ist, da dasselbe nach der Lage des Thieres sehr wohl in der Gesteinsmasse verborgen liegen und somit nicht sichtbar werden kann. Ich halte es für höchst wahrscheinlich, dass zwei Carpalia vorhanden sind. So viel steht aber, ob ein oder zwei Carpalknochen existirten, fest, dass nur eine Reihe derselben da ist, an deren proximaler Fläche die Knochen des Unterarms, an deren distaler Fläche die Metacarpalien gelenkten. Das geht aus der Betrachtung der Extremitäten direct hervor und schliesst auch das Vorhandensein eines nur aus verknorpelten Elementen bestehenden Carpaltheils aus, da sich Unterarm, Carpus und Metacarpalia direct berühren. Diese Beschaffenheit des Carpus besitzt aber ausschliesslich der Vogel und in ihr ist ein sehr wichtiges Moment erkannt, welches zu Gunsten der Vogelnatur der *Archaeopteryx* spricht. Seeley hat (l. c. pag. 304) die Frage aufgeworfen, ob die zu beobachtenden Carpalia der proximalen (beim lebenden Vogel stets freien) oder der distalen (beim lebenden Vogel mit den Metacarpalien verknöchernden) Reihe angehören. Ich glaube, es unterliegt keinem Zweifel, dass ersteres der Fall ist, denn an den distalen Enden des Unterarmknochen ist keine Spur einer Verwachsung mit anderen Elementen wahrzunehmen; ihre Gelenkflächen sind ebenso beschaffen, wie beim lebenden Vogel. Schwieriger ist die Frage zu beantworten, was aus der distalen Carpalreihe geworden ist. Bekanntlich glaubte Gegenbaur noch[1]), dass „schon zu der Zeit der ersten Differenzirung des Knorpelskelets nur jene zwei Stücke vorhanden, und an diesen Anlagen keinerlei Spur einer Verschmelzung erkennbar" sei. Bald nach Gegenbaur's Untersuchungen wiesen aber A. Rosenberg[2]) und Morse[3]) nach, dass ausser dem Radiale und Ulnare noch zwei Carpalstücke in der distalen Reihe angelegt werden, von denen das eine (Carpale $^{1.2.}$) mit den Basalflächen des Metacarpale I. und II., das zweite (Carpale $^{3.4.}$) mit denen des Metacarpale III. und des nur transitorisch auftretenden Metacarpale IV. sich bald verbindet und mit ihnen verschmilzt, wie diese unter sich, so dass beim lebenden Vogel das Carpale $^{1.2.}$, das Carpale $^{3.4.}$ und die proximalen Theile der 3 Metacarpalien nur einen Knochen bilden. Diese Verhältnisse sind auf das an der *Archaeopteryx*-Hand Beobachtete nicht leicht

[1]) Carpus und Tarsus pag. 39.

[2]) Ueber die Entwickelung des Extremitäten-Skeletes bei einigen durch Reduction ihrer Gliedmaassen charakterisirten Wirbelthieren. Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie. Bd. 23. 1872. pag. 30 ff. (Separatabzug!)

[3]) On the tarsus and carpus of Birds. Annals of the Lyc. Nat. hist. New York. Vol. 10. 1872. (NB. nach Rosenberg citirt, von mir selbst nicht eingesehen).

zu übertragen. — Dass überhaupt eine distale Carpalreihe angelegt wurde, kann nicht bezweifelt werden, denn sie wird bei jedem Reptil und bei jedem Vogel, ja bei jedem Wirbelthier, vielleicht mit Ausnahme der Fische angelegt, und dass sie, dies zugegeben, dann mit den Metacarpalien verwachsen ist, lehrt der Anblick unseres Exemplars. Nun soll aber nach Rosenberg das Carpale $^{1.\,2.}$, also das für das erste und zweite Metacarpale bestimmte Stück, gleich von vornherein als ein Stück auftreten, mit welchem die beiden ersten Metacarpalien erst in Verbindung treten und dann verwachsen, wie sie unter sich verwachsen sind. Hier, bei *Archaeopteryx*, sind diese Metacarpalien aber frei, und es frägt sich nun: wurden im *Archaeopteryx*-Carpus die distalen Carpalien ebenso angelegt, also Carpale $^{1.\,2.}$ und Carpale $^{3.\,4.}$ als je ein ungetheiltes Stück, oder erschien das erstere in Gestalt zweier getrennter Elemente (also Carpale $^{1.}$ und Carpale $^{2.}$), oder ist das von Rosenberg als Carpale $^{1.\,2.}$ angesehene Stück in der That ein solches, oder entspricht es nur dem Carpale $^{2.}$ und gelenkt das erste Metacarpale überhaupt nicht an einem Element der distalen Reihe, sondern direct am Radiale? Selbstredend lassen sich diese Fragen endgültig nicht entscheiden, dazu müsste man eben Embryonen von *Archaeopteryx* untersuchen können; und deshalb kann das im Folgenden Gesagte auch nur hypothetischen Werth haben. Falls Rosenberg darin Recht hat, dass der von ihm Carpale $^{1.\,2.}$ genannte Theil in der That zwei ursprünglichen Elementen entspricht, so dass derselbe die Carpalien für Metacarpale I und II abgiebt, so lässt sich nur annehmen, dass diese Elemente im Carpus der heutigen Vögel schon im Embryo so weit der definitiven Vogelhand angepasst auftreten, dass in ihnen das ursprüngliche Getrenntsein nicht mehr zum Ausdruck kommt, sondern letzteres, falls es überhaupt noch angelegt wird, nur in einem so frühen Embryonalstadium erscheint, dass es sich der Beobachtung entzieht. Zugegeben aber, das Rosenberg'sche Carpale $^{1.\,2.}$ sei ursprünglich in zwei Elementen vorhanden gewesen, so steht nichts entgegen, anzunehmen, dass bei *Archaeopteryx* das Carpale $^{1.}$ mit dem ersten Metacarpale, das Carpale $^{2.}$ mit dem zweiten Metacarpale verwuchs, und — da diese unter sich bei *Archaeopteryx* nicht verschmolzen — die proximalen Gelenkflächen dieser beiden Metacarpalien als aus den distalen Carpalien bestehend anzusehen sind. Das Studium der von Rosenberg gegebenen, vortrefflich deutlichen Figuren (namentlich f. 27, 29 und 30) hat aber Bedenken aufkommen lassen, ob das sog. Carpale $^{1.\,2.}$ wirklich auch das Carpale für Metacarpale I. zugleich darstellt. Zwar sagt Rosenberg (l. c. pag. 30): „Jedes der genannten Carpusstücke (nämlich Carpale $^{1.\,2.}$ und Carpale $^{3.\,4.}$) stellt ein auch in der ersten Anlage einheitliches Gebilde dar, über dessen Deutung wegen der Beziehungen zu den Metacarpalien kein Zweifel bestehen kann: das Carpale $^{1.\,2.}$ verbindet sich mit den Basalflächen des Metacarpale I. und II; das Carpale $^{3.\,4.}$ trägt das Metacarpale III. und ursprünglich auch das transitorisch auftretende Metacarpale IV.“ Aus den citirten Figuren geht für mich aber nicht mit der nöthigen Klarheit hervor, dass das Metacarpale I. in der That mit der basalen Fläche des Carpale $^{1.\,2.}$ in Verbindung tritt: auf f. 27 ist es von demselben ganz getrennt und steht dem Radiale näher, auf f. 29 und f. 30 tritt es zwar mit dem Carpale $^{1.\,2.}$ in Verbindung, aber nicht mit dessen Basalfläche, welche in beiden Fällen ganz oder fast ganz vom Metacarpale II. eingenommen wird, sondern es legt sich an die Seitenfläche an. Das führt zu der Vermuthung, dass für Metacarpale I. überhaupt kein Carpale angelegt wird, und dass dasselbe später direct mit dem Radiale gelenkt, wie bei *Archaeopteryx*, oder seitlich mit dem Carpale $^{1.\,2.}$ und mit dem Metacarpale II coossificirt, wie beim lebenden Vogel. Sollte diese letztere Auffassung Bestätigung finden, so würde man darin eine Analogie mit der Hinterextremität des Vogels zu erblicken haben, wo ja auch das Metatarsale I keinen besonderen Tarsalknochen besitzt, sondern sich seitlich an das Metatarsale II anlegt[1]). — Letztere Auffassung, auf *Archaeopteryx* übertragen, würde ergeben, dass am proximalen Ende von Metacarpale I. kein verwachsenes Carpale zu zu suchen ist, dass Metacarpale II mit dem von Rosenberg Carpale $^{1.\,2.}$ genannten Elemente verwuchs, und dass dies ebenso mit Carpale $^{3.\,4.}$ und Metatarsale III der Fall war. — Wie weit der eine oder der andere

[1]) cf. Gegenbaur l. c. pag. 97 und Rosenberg l. c. pag. 41.

Erklärungsversuch das Richtige getroffen hat, wird schwer zu ermitteln sein, da dazu, wie erwähnt, das Studium ganz junger Exemplare von *Archaeopteryx* nothwendig wäre. Hier aber war es angezeigt, die verschiedenen möglichen Combinationen zu erörtern und zu versuchen, sie mit den bekannten Verhältnissen an der Vorderextremität der postjurassischen Carinaten in Einklang zu bringen.

Die eigentliche Hand der *Archaeopteryx* gehört neben der Caudalwirbelsäule zu denjenigen Skeletelementen, welche als besonders reptilienähnlich hervorgehoben werden, ja welche direct „Eidechsenhand" genannt worden ist. Dies that C. Vogt, nachdem Owen an den spärlichen Resten dieser Parthie für das Londoner Exemplar eine vierfingrige Hand construirt hatte, was der zweite Fund nicht bestätigte. Vogt sagt darüber: „Maintenant, où notre exemplaire montre toutes les pièces des membres antérieurs dans leurs relations normales, tant entre elles qu'avec les plumes, nous pouvons affirmer que la main d'*Archaeopteryx* ne peut être comparée ni à celle d'un Oiseau ni à celle d'un Ptérosaurien, mais seulement à celle d'un Lézard tridactyle." Hierauf hat Seeley (l. c. pag. 304) Folgendes erwidert: „In this fossil it is evident that there are three digits, similarly three digits exist in living birds, the metacarpal of the pollex is short exactly as in birds, the other two metacarpals are relatively long and of equal length, and the middle metacarpal is the stouter as in birds, and so far, as I can see, terminates proximally in a rounded carpal bone like that of a bird. The pollex has two phalanges, the second being a sharp claw, compressed from side to side, the other two digits have each three phalanges. The difference from living birds in primary structure consists chiefly in the development of the terminal claw to the pollex, the terminal claw to the middle digit, and a claw and a second phalange to the third digit." Nach Zurückweisung der von Vogt ausgesprochenen Aehnlichkeit mit der Hand von *Compsognathus* fährt er fort: „I have drawn attention to the points in with it resembles birds and in which it differ from them, but while those differences are remarkable as being of the kinds — (1) the absence of anchylosis in the metacarpals, and (2) the development of additional phalanges — these are not necessary reptilian charakters, because the conditions of life exhibit comparatively little variation of function for the extremities among living birds, and in the different orders of both higher and lower vertebrata a considerable range of variation is found in corresponding parts of the skeleton." — Hierin liegt im Wesentlichen schon dasselbe ausgesprochen, was ich im Folgenden weiter auszuführen versuchen will. Dass Zahl und relative Länge der 3 Metacarpalien mit der Vogelhand übereinstimmen, hob Seeley hervor; ich füge noch hinzu, dass das auch mit der Richtung der Fall ist. Während bei allen normalen Händen der Reptilien (Crocodilen und Eidechsen namentlich) die ersten vier Finger in nahezu gleich grossen, spitzen Winkeln von einander divergiren und höchstens der fünfte, hier nicht in Betracht kommende, unter einem grösseren Winkel von den anderen absteht, steht beim Vogel umgekehrt der erste von den beiden folgenden verwachsenen weiter ab, und dasselbe findet sich auch in der *Archaeopteryx*-Hand, wie aus der übereinstimmenden Richtung des ersten Fingers an beiden Vorderextremitäten hervorgeht. Was ferner die Verwachsung der Metacarpalien betrifft, so ist dieselbe, wie die Entwicklungsgeschichte des Vogelembryo's lehrt, eine spätere Errungenschaft der Vogelhand zur ausschliesslichen Benutzung beim Fluge, wie das schon Nitzsch[1]) vor mehr als 70 Jahren ausgesprochen hat. So lange der Vogel seine Vorderextremitäten auch zur Fortbewegung auf der Erde benutzte, konnte eine Verwachsung der Metacarpalien nicht von Nutzen sein; erst mit der alleinigen Verwendung zum Flug trat dieselbe in erfolgreiche Wirksamkeit.

Es war von den früheren Autoren nicht beobachtet worden, dass der dritte Finger der *Archaeopteryx* 4 Phalangen besitzt, wie oben (pag. 32 [148]) dargelegt wurde. Somit ist die Phalangenformel $\frac{\text{I}\quad\text{II}\quad\text{III}}{2\quad 3\quad 4}$

[1]) Osteographische Beiträge zur Naturgeschichte der Vögel. Leipzig. 1811. pag. 89. — Crf. auch Gegenbaur. Carpus und Tarsus pag. 42.

und geräth dadurch in vollkommene Uebereinstimmung mit der der Eidechsen und Crocodilier, wie überhaupt der meisten Reptilien. Darin ist in der That ein Moment zu erblicken, welches bei der Frage des Zusammenhangs zwischen Reptil und Vogel zu beachten ist und sehr wohl dazu beiträgt, beide von einer und derselben Stammform ausgehen zu lassen. Von letzterer ist aber *Archaeopteryx* schon weit entfernt, da, wie bei allen lebenden Carinaten, nur drei Finger zur Entwicklung kommen, also auch der vorübergehend im Vogelembryo erscheinende 4. Finger schon verschwunden ist. — Durch die erwähnte Phalangenzahl wird aber auch jeder Zweifel über die Art, wie die drei Finger des lebenden Vogels zu zählen seien, gehoben. Während nämlich die meisten Autoren, wie Meckel, K. E. von Baer, Cuvier, Gegenbaur, Milne-Edwards, Huxley, Rosenberg etc. die drei Vogelfinger als Aequivalente der ersten drei Reptilfinger betrachten, will Owen sie als diejenigen des zweiten, dritten und vierten Fingers ansehen. Dabei stützte er sich auf seine Reconstruction der *Archaeopteryx*-Hand mit 4 Fingern, deren Richtigkeit durch die Auffindung des zweiten Exemplars widerlegt worden ist. Die Analogie der Phalangenzahl entscheidet zu Gunsten der ersten Ansicht und lehrt zugleich mit Sicherheit, dass die Reduction der Fingerzahl, wie Gegenbaur[1]) schon annahm, ausschliesslich von der ulnaren Seite aus stattfand. — Seeley hat ferner noch als einen wesentlichen Unterschied der *Archaeopteryx*-Hand von der der lebenden Vögel die Entwickelung von „additional phalanges“ angegeben. Ich halte diesen Ausdruck für nicht glücklich gewählt, weil er zu der Vermuthung führen könnte, dass das Mehr der *Archaeopteryx*-Phalangen entstanden sein könnte aus einem Hinzutreten zu einer Normalzahl; während in der That die *Archaeopteryx*-Hand die Normalzahl zeigt, und das Weniger beim lebenden Vogel durch Reduction derselben zu Wege kommt. — Fragen wir weiter, wie beträchtlich ist denn nun diese Reduction, so giebt darauf eine kürzlich erschienene Arbeit von J. A. Jeffries[2]) Antwort. Indem er die Beobachtungen früherer Autoren mit seinen eigenen verband, konnte er über Phalangenzahl und über die hier und da auftretenden Krallen an der Vogelhand eine Tabelle geben, welche ich, da die sie enthaltende Zeitschrift nicht allgemein verbreitet sein dürfte, in der Uebersetzung wiedergebe.

	Finger			
	I.	II.	III.	
I. *Passeres*	1	2	1	Nitzsch. Meckel. Sporn bei *Merula*.
II. *Picariae*	1	2	1	
Pici				
Cypseli	1—2	2	1	An I. Kralle bei *Cypselus*. Nitzsch.
Anisodactylae	1	2	1	Nitzsch. Meckel.
Heterodactylae	1	2	1	?
Zygodactylae	1	2	1	*Trochilus colubris*.
Coccyges	1	2	1	Nitzsch.
III. *Psittaci*	1	2	1	Nitzsch.
IV. *Striges*	1	2	1	Nitzsch. Meckel.
V. *Accipitres*	2	2	1	An I. Kralle; beim jungen *Buteo* auch an II.?
VI. *Steganopodes*	1	2	1	
VII. *Herodiones*	1	2	1	Nitzsch.
VIII. *Odontoglossae*				?
IX. *Palamedeae*	2	3	1	Kralle an I. Zwei Spornen.
X. *Anseres*	2	3	1	Kralle an 1; bei Jungen und manchen Erwachsenen auch an II. — Oft ein Sporn.
XI. *Columbae*	1	2	1	
XII. *Pterocletes*				?
XIII. *Gallinae*	2	2	1	Kralle an I.
XIV. *Opisthocomi*				?

[1]) Carpus und Tarsus pag. 41; cf. auch Rosenberg l. c. pag. 29.

[2]) On the claws and spurs on birds' wings. Proceedings of the Boston society of natural history. Vol. 21. 1882. pag. 301 ff.

	Finger I.	II.	III.	
XV. *Hemipodii*			1	?
XVI. *Fulicariae*	2	2	1	Kralle an I.
XVII. *Alectorides*	2	3	1	Kralle an I. Selenka.
XVIII. *Limicolae*	2	2	1	Kralle an I (bei *Charadrius* nur mit einer Phalanx (?). Selenka. Sporne.
XIX. *Gaviae*	1—2	2	1	Variirt nach den Arten; oft Kralle an I. Nitzsch.
XX. *Tubinares*				?
XXI. *Pygopodes*	2	3	1	Bei *Uria* Krallen an I. und II. Morse.
XXII. *Impennes*	1	2	1	I. mit II. anchylosirt. Meckel.
XXIII. *Crypturi*	2	3	1	Krallen?
XXIV. *Apteryges*	0	3	0	Kralle an II.
XXV. *Casuarii*	0	3	0	Kralle an II.
XXVI. *Struthiones*	2	3	2	Kralle an I. und II. Zwei Phalangen an III.: *Alix.*
Rhea	2	2	1	So abgebildet; aber Nitzsch giebt 3 und Krallen.
XXVII. *Saururae*	2	3	3	Alle mit Krallen. Vogt.
XXVIII. *Odontotormae*	1	2	1	Marsh. Wahrscheinlich 2—3? —1, wenn vollständig.
XXIX. *Odontolcae*	0	0	0	Marsh.

Aus dieser Uebersicht ergiebt sich, dass, wenn wir stets die Ratiten ausser Acht lassen, noch 10 Familien der lebenden Vögel am ersten Finger dieselbe Phalangenzahl beibehalten haben, wie *Archaeopteryx*, und dass bei diesen allen die Endphalanx eine Kralle ist[1]). Der zweite Finger besitzt die 3 Phalangen der *Archaeopteryx* in 4 Familien, aber eine Kralle nur noch in zwei derselben und auch da nicht durchgehends (cfr. die Bemerkungen der Tabelle zu *Anseres* und *Pygopodes*); der dritte Finger aber ist bei den Carinaten nur mit einer Phalanx versehen und trägt nie eine Kralle. — Das ist wieder ein höchst interessantes Resultat zu Gunsten der Gegenbaur'schen Beobachtung, dass die Reduction der Vogelhand von der ulnaren Seite aus beginnt und hier am stärksten ist: der erste Finger ist bei 10 Familien dem der *Archaeopteryx* in Zehenzahl noch gleichwerthig, der dritte, also der am meisten ulnarwärts gelegene, nirgends mehr mit der ursprünglichen Phalangenzahl (4) vorhanden, sondern durchgehends bis zu einer Phalanx reducirt.

Trotz des bedeutenden Unterschiedes, welcher auf den ersten Blick zwischen der Hand einer lebenden Carinate und der der *Archaeopteryx* existirt, glaube ich doch nach dem Gesagten behaupten zu können, dass letztere einzig und allein auf die Hand des Vogels bezogen werden kann, denn:

1. besitzt ausser dem Vogel kein Wirbelthier im erwachsenen Zustande nur eine Carpalreihe, welche aus zwei Theilen besteht: und

2. sind bei keinem Wirbelthier in der Hand nur drei Finger vorhanden, welche — und das ist besonders zu betonen — auch, mit Ausnahme des transitorisch auftretenden Metacarpus IV., im Embryo ausschliesslich vorhanden sind und nicht aus einer Reduction einer grösseren zuerst angelegten Fingerzahl hervorgehen, wie z. B. die der schlangenähnlichen Eidechsen.

Die mangelnde Verwachsung, die Besetzung aller 3 Finger mit Krallen und die Phalangenzahl 2, 3, 4 entsprechen allerdings der Reptilienhand, namentlich der Eidechsenhand, und deuten wie so manches andere auf den gemeinschaftlichen Ursprung der Reptilien und Vögel hin, aber immerhin ist hier schon eine solche Umformung der ursprünglichen Reptilienhand eingetreten, dass für *Archaeopteryx* nur noch die Vogelhand, und namentlich die Vogelembryohand zum Vergleich heranzuziehen ist. Und das lässt sich sogar schon bis auf die Gestalt und relative Länge der einzelnen Finger anwenden. Während bei der Eidechse und dem Crocodil der erste Metacarpus am proximalen Ende verdickt, z. Th. kuglig aufgetrieben ist (man vergleiche z. B. die Figuren der zweiten Tafel in dem oft citirten Werke Gegenbaur's über den Carpus und Tarsus), so ist der

[1]) Auf die spärlichen Ausnahmen davon, welche die Tabelle angiebt, ist hier keine Rücksicht genommen.

betreffende Knochen der *Archaeopteryx*-Hand klein, seitlich comprimirt und proximal weder verbreitert noch kuglig. Er ist auch — im Gegensatz zu Eidechse und Crocodil — kürzer als die erste Phalanx. — Während ferner bei den Reptilien der zweite Metacarpus nur wenig länger ist als der erste, ist er beim Vogel und so auch bei *Archaeopteryx* sehr bedeutend länger, und ebensolang, also ebenso viel länger als Metacarpus I, ist auch Metacarpus III. — Bei den Phalangen lässt sich der Vergleich nicht fortsetzen, da die Reduction derselben in der Vogelhand daran hindert; aber im Gesammtbild der Finger ist wieder die Vogelähnlichkeit und Reptilunähnlichkeit da, da beim Reptil die Finger von 1 bis 3 allmählich an Länge zunehmen, während beim Vogel 1 sehr kurz, 2 und 3 bedeutend länger und unter sich fast gleich lang sind; und so ist es auch bei *Archaeopteryx*. — Die in der *Archaeopteryx*-Hand noch persistirenden Merkmale des heutigen Vogelembryo, die in derselben vorhandene Fähigkeit, sowohl zum Locomotionsorgan für Laufen und Klettern, als auch für den Flug durch Federn zu dienen, und endlich die trotzdem schon bis in's Einzelne zu Tage tretende Vorbildung der Hand der jetzigen Vögel verleihen gerade diesem Skelettheil ein ganz besonderes Interesse.

A. Hand eines Hühnerembryo (nach Gegenbaur, Carpus und Tarsus t. 3 f. 1); B. Hand von *Archaeopteryx* in natürlicher Grösse. In beiden Figuren bedeutet: *ra.* Radius; *ul.* Ulna; *r.* Radiale; *u.* Ulnare; I. II. III. die drei Metacarpalia; 1. 2. 3. 4. die Phalangen der drei Finger der Reihe nach.

Nach dem Angeführten mag es fast überflüssig erscheinen, noch näher auf eine Widerlegung der Ansicht von C. Vogt einzugehen, nach welcher die Hand der *Archaeopteryx* weder mit der eines Vogels noch mit der eines Pterosauriers, sondern nur mit der einer dreizehigen Eidechse verglichen werden kann. C. Vogt sagt „à celle (nämlich „Hand") d'un Lézard tridactyle" und lässt es so im Ungewissen, welche Eidechse das ist. Sollte er eine ideale dreizehige Eidechse gemeint haben, so ist darauf nicht einzugehen, denn er hätte hinzufügen müssen, welche drei Finger dieser idealen Eidechse geblieben, welche verschwunden sind; sollte dieselbe die ersten drei Finger, wie *Archaeopteryx*, behalten haben, so ist demgegenüber auf das eben Gesagte über die Verschiedenheit der relativen Längen innerhalb der einzelnen Finger und dieser unter sich zu verweisen. Hat aber C. Vogt eine wirklich existirende, dreizehige Eidechse gemeint, so können nur die Gattungen *Microdactylus, Chalcides, Bachia* unter den Chalciden, oder *Hemiergis, Siaphos, Seps, Sepomorphus, Nessia, Hemipodion, Anomalopus* unter den Scincoiden gemeint sein. Ueber den Bau der Hand dieser Schlangen-ähnlichen Saurier existirt eine ausgezeichnete Abhandlung von Fürbringer[1]), aus welcher zu entnehmen ist, dass bei den von ihm untersuchten Gattungen *Seps, Hemiergis, Nessia, Chalcides* und *Sepomorphus* die beiden äusseren Finger fehlen, dass aber noch ein Metacarpalrudiment von IV da ist. Schon durch diesen Umstand allein sind alle weiteren Vergleiche überflüssig, wie denn überhaupt eine bis zum Stummelfuss reducirte Extremität, welche kaum zur Locomotion noch Verwerthung findet, nur gezwungen zum Vergleich mit einer grossen, kräftigen, die Locomotion in zwiefacher Weise auszuführen fähigen herangezogen wird. Aber auch hier ist das Gegenbaur'sche Gesetz, dass die Reduction von der ulnaren Seite ausgeht und wächst, bestätigt, da der fünfte Finger ganz fehlt und vom vierten nur ein rudimentäres Meta-

[1]) M. Fürbringer. Die Knochen und Muskeln der Extremitäten bei den schlangenähnlichen Sauriern. Leipzig 1870. Da die Abhandlung hier schwer zu beschaffen war, lieh mir der Autor sein Handexemplar, wofür ich ihm herzlichsten Dank sage.

carpale persistirt, was, wie erwähnt, im Vogelembryo nur vorübergehend noch erscheint. Jedes Vergleichsmoment hört aber auf, wenn die Längenverhältnisse der Finger zum Unterarm oder zum Oberarm oder die relative Länge der Phalangen unter sich hier und dort in Vergleich gestellt werden.

Es wäre nun aber auch möglich, dass C. Vogt den Ausdruck „Lézard“ hier gleichbedeutend mit „Reptile“ angewendet hat und darauf deutet folgender Satz: „Qu'on enlève un moment dans la pensée toutes les plumes et on aura devant les yeux une main tridactyle de Reptile, telle que le *Compsognathus* et beaucoup de Dinosauriens paraissent l'avoir eue, à en juger d'après les traces de leur pas. Je soutiens qu'aucun savant, auquel au montrerait le squelette de l'*Archaeopteryx* seul et sans plumes, ne pourrait soupçonner que cet être ait été muni d'ailes pendant sa vie.“ — Was den letzten Satz betrifft, so kann ich nach den obigen Ausführungen nicht annehmen, dass jeder vergleichende Anatom nach genauem Studium der *Archaeopteryx*-Hand das Vorhandensein eines Flügels in Abrede gestellt haben würde, denn die Analogieen mit der Hand des lebenden Vogels sind zu stark ausgeprägt, um nicht wenigstens die Vermuthung einer gleichen Verwerthung aufkommen zu lassen, wie das auch Seeley (l. c. pag. 306) mit den Worten: „I have a suspicion, that the skeleton is far from suggesting that the animal was destitute of wings“ wohl hat sagen wollen. — Es werden dann also *Compsognathus* und die Dinosaurier zum Vergleich herangezogen. Welche Fingerzahl *Compsognathus* besessen hat, ist nicht sicher an dem einzigen Exemplar, das man kennt, festzustellen, wie das auch in der letzten hierüber gemachten Mittheilung[1]) hervorgehoben ist; und was die dreifingerigen Handspuren der Dinosaurier betrifft, so muss ich auf das Lebhafteste bedauern, dass C. Vogt weder einen Namen noch ein Citat angegeben hat, wo es sicher beobachtet ist, dass eine dreizehige Spur in der That von einem Vorderfuss herrührt. Ich habe mich nach Kräften mit der dieses Capitel betreffenden Literatur vertraut zu machen versucht, habe aber auch nicht eine Notiz finden können, in welcher eine dreizehige Spur selbst nur als Vermuthung oder mit Wahrscheinlichkeit auf einen Dinosaurier-Vorderfuss bezogen wird.

Zum Abschluss dieser Betrachtung erübrigt nun noch die Besprechung des Beckens und der Hinterextremität.

5. Was über die Beschaffenheit des Beckens und der Deutung seiner einzelnen Theile mitzutheilen war, ist oben (pag. 33 [149]) geschehen. Gerade die Aehnlichkeit in der Beschaffenheit des Beckens gewisser Dinosaurier und Vögel war für Huxley der Ausgangspunkt seiner wichtigen Arbeiten, und die prae- und postacetabulare Verlängerung der Ilea bei den Dinosauriern ein Hauptmoment seiner Beweisführung. Es ist nun aber zwischen diesen Knochen bei beiden doch ein Unterschied bekannt, welcher bisher nirgends durch Uebergänge verwischt ist. Während nämlich der praeacetabulare Theil des vogelähnlichen Dinosaurier-Ileums[2]) vorn spitz zuläuft, ist er beim Vogel entgegengesetzt verbreitert und vorn abgerundet. Das zeigt aber auch *Archaeopteryx* in deutlichster Weise; und es ist sein Becken deshalb ein Vogelbecken. Wenn, wie Marsh zuerst beobachtet hat, das Ileum mit Ischium und Postpubis nur durch Naht verbunden war, so ist damit allerdings eine Uebereinstimmung mit dem Dinosaurierbecken gegeben[3]), aber eben so gut auch mit dem des Vogelembryo. Es kommt also in der Form mit dem des Vogels, in der Zusammenfügung der einzelnen Theile mit dem Vogelembryo und dem gewisser Dinosaurier zusammen, und ich kann nicht einsehen, weshalb man da, wo Form und Zusammenfügung, sei es beim ausgewachsenen, sei es beim unentwickelten Vogel, ihres Gleichen finden,

[1]) A. Rosenberg l. c. pag. 56. — Zwar redet auch Marsh (Jurassic birds and their allies) von der dreifingerigen Hand des *Compsognathus*, aber ohne eine Begründung hierfür beizubringen. — Selbst aber für den Fall, dass *Compsognathus* in der That vorn nur 3 Finger besessen hätte, so wäre immer noch der Beweis zu erbringen, dass diese 3 Finger den ersten der Reptilhand entsprechen, ehe weitere Schlüsse betreffend *Archaeopteryx* zu ziehen wären.

[2]) Von dem betreffenden Beckentheil der Sauropoden, welche kaum einen Vergleich mit dem Vogelbecken zulassen, ist hier nicht die Rede.

[3]) Dass bei Dinosauriern *(Ceratosaurus)* sogar ein Verwachsen der Beckenelemente eintreten kann, hat Marsh in einem jüngst erschienenen Aufsatz mitgetheilt. — American journal of science. Vol. 27. 1884. pag. 335 t. 11 f. 1.

bei *Archaeopteryx* von einer Analogie mit Dinosauriern reden soll, die nicht grösser ist, als die zwischen letzteren und Vögeln überhaupt. Ob aber diese Aehnlichkeit auf eine Stammesverwandtschaft beider, oder auf anderen Ursachen begründet ist, wird weiter unten zu besprechen sein. — Zudem ist nicht zu übersehen, was ja bei Betrachtung eines Vogelskelets sofort in die Augen springt und schon oft genug ausgesprochen ist, dass das Becken in seiner Form, in seiner Grösse, in seiner festen Verbindung mit dem Sacrum und in der Wirbelzahl, mit welcher es verschmilzt, ein Product der Anpassung ist, hervorgerufen durch die Uebertragung der Körperlast auf die Hinterextremität bei Umwandlung der Vorderextremität zum ausschliesslichen Gebrauch als Flügel und der damit verbundenen aufrechten Stellung, welche wiederum eine Verlegung des Schwerpunktes der inneren Weichtheile im Gefolge hatte und eine Vergrösserung und stärkere Verfestigung von Wirbelsäule und Becken nöthig machte[1]). Stellt man *Archaeopteryx* daneben, so erkennt man leicht, dass diese Anpassung noch nicht solche Fortschritte gemacht hat, weil die Vorderextremität noch mit zur Stütze des Körpers diente oder wenigstens dienen konnte. Dass unter diesen Umständen noch keine Coossification der einzelnen Beckentheile unter sich und der Ilea mit dem Sacrum stattfand, erscheint durchaus naturgemäss. Da aber die Gestalt der einzelnen Beckentheile schon völlig vogelähnlich ist, so ist kein Grund vorhanden, im Becken der *Archaeopteryx* Reptilcharaktere ausgesprochen zu finden. C. Vogt wollte deren allerdings darin erkennen, dass er den von Owen richtig als Furcula gedeuteten Theil als Praepubis ansah. Dass das nicht richtig ist, ist schon von Seeley, dann auch von mir ausgeführt worden. Mag also das Dinosaurierbecken gewisse Analogieen mit dem des Vogels aufweisen, so geht daraus eben nur hervor, dass manche Reptilien vogelähnliche Becken haben konnten; für *Archaeopteryx* kommt das aber deshalb nicht in Betracht, weil deren Becken in der Form mit dem der Vögel übereinstimmt und in dem Getrenntsein seiner Theile nur eine Eigenschaft zeigt, welche auch der Vogel im Ei noch hat.

6. Die Hinterextremität endlich ist schon von Owen, nach ihm von Vogt und Seeley als derjenige Körpertheil erkannt worden, welcher dem der lebenden Vögel am ähnlichsten, ja völlig ident ist. Die drei von einem Tarsometatarsus abgehenden Zehen II—IV, die erste seitlich abgehende kurze Zehe I, und die Phalangenzahl 2, 3, 4, 5 entsprechen genau dem Vogelfuss und zwar nur diesem. Erst in neuerer Zeit hat Marsh auf zwei Eigenschaften am *Archaeopteryx*-Fuss aufmerksam gemacht, welche ihn von dem der lebenden Vögel trennen: einmal auf die Verlängerung der Fibula bis zum Tarsus und ihre Theilnahme an der Gelenkung mit demselben, sodann auf das Nichtverwachsensein der Tarsometatarsal-Elemente. Die erstere Eigenschaft findet sich bei den Dinosauriern wieder, aber auch in gleicher Weise im Vogelembryo, wie noch aus den letzten Untersuchungen Baur's hervorgeht[2]). Es kann also nicht befremden, wenn wir bei einem Vogel, der auf einer beträchtlich niedrigeren Entwickelungsstufe steht, als die jetzigen Vögel, die Reduction eines Knochens noch nicht so weit vorgeschritten ist, wie bei diesen, sondern die heute embryonale Beschaffenheit persistent behielt. Ob auf den Umstand, dass die Fibula am distalen Ende vor die Tibia tritt, wie auch bei einigen Dinosauriern, ein bedeutendes Gewicht zu legen ist, vermag ich nicht zu entscheiden. Mehr oder weniger deutlich zeigen alle Reptilien diese Lage der Fibula. Indess leugne ich nicht, dass in dieser Beschaffenheit des Unterschenkels ein Hinweis auf die Verwandtschaft zwischen Reptil und Vogel zu erblicken ist. — In Bezug auf das von Marsh beobachtete Getrenntsein der Metatarsalien habe ich schon oben (pag. 37 [153]) meine Ansicht mitgetheilt. Eine erneute, sorgfältige Untersuchung des Berliner Exemplars hat mich zu der Ueberzeugung geführt, dass die Metatarsalien in der That verwachsen waren, dass also Marsh's Beobachtung auf tiefe, zwischen den drei Elementen liegende Furchen zu beschränken ist. Jedenfalls war die Verwachsung hier schon weiter fortgeschritten als beim Kreidevogel *Enaliornis Bazetti* Seeley. — Aber auch wenn die Metatarsalien getrennt

[1]) Dollo. Troisième note sur les Dinosauriens de Bernissart. Bulletin du Musée royal d'histoire naturelle de Belgique. Tome II. 1883. pag. 99 u. a. a. St.

[2]) Der Tarsus der Vögel und Dinosaurier, eine morphologische Studie. Morphologisches Jahrbuch. Bd. 8. 1882.

wären, würde ich darin nur ein Merkmal erkennen können, welches *Archaeopteryx* dem Vogelembryo vergleichbar macht; denn die Zahl, die relativen Grössenverhältnisse der einzelnen Elemente unter einander und namentlich die für den Vogelfuss so überaus charakteristische und nur bei ihm vorhandene Ausbildung und Befestigung der ersten Zehe, für die ein Tarsale überhaupt nicht angelegt wird, entfernen den *Archaeopteryx*-Fuss genugsam von allen bekannten Dinosaurier- und Pterosaurier-Füssen.

Aus dem Obigen ergiebt sich, dss *Archaeopteryx* keineswegs, wie Vogt will, ein Thier ist, welches zwischen Reptil und Vogel eine Zwischenstellung einnimmt, die es verbietet, sie der einen oder der anderen Thierclasse zuzurechnen, sondern dass sie jedenfalls zur Classe der Vögel zu rechnen ist. Alle diejenigen Eigenschaften, welche die *Archaeopteryx* auf den ersten Blick so seltsam und isolirt erscheinen lassen, finden ihre natürliche Erklärung, wenn man die individuelle Entwickelung des Vogels zum Vergleich heranzieht und dabei im Auge behält, dass *Archaeopteryx* auf einer Stufe der Entwicklung der Vogelclasse steht, auf welcher dieselbe die Vorderextremität noch nicht ausschliesslich zum Fluge verwerthete und dass in Folge dessen eine Reihe von Skeletveränderungen, namentlich der Vorderextremität und des Brustkorbes, noch nicht vor sich gegangen war oder noch nicht die letzte Vollendung erreicht hatte, welche die Anpassung an die Ausübung des Flugvermögens der Vorderextremität allein erheischte.

So stellt *Archaeopteryx* mit ihren geologischen Nachfolgern ein schönes Beispiel für die Richtigkeit des biogenetischen Grundgesetzes dar, nach welchem das Individuum heute dieselben Etappen der Entwickelung zurücklegt, wie sein Stamm im Lauf der geologischen Perioden.

Es könnte manchem Leser scheinen, als wenn ich durch zu starke Betonung der Vogelcharaktere der *Archaeopteryx* dahin gelangen wolle, einen genetischen Zusammenhang zwischen Reptil und Vogel überhaupt in Abrede zu stellen. Jedoch glaube ich schon im Gange der obigen Discussion entschieden genug hervorgehoben zu haben, dass auch ich durchaus der Huxley'schen Ansicht bin, welche wohl jetzt so gut begründet dasteht und durch jeden neuen Fund, möchte man sagen, Bestätigung erfährt, dass sie als Wahrheit gelten muss. Und in der That bietet dafür auch *Archaeopteryx*, welche, wie aus den im nächstfolgenden Abschnitt genauer darzulegenden, aus der Befiederung zu ziehenden Schlüssen hervorgehen wird, zahlreiche auch schon zum Vogelstamm zu rechnende Vorläufer gehabt haben muss, es bietet also *Archaeopteryx* genug Beweismaterialien. Um das zu erkennen, ist es nöthig, den Vogeltypus auf dem Wege, der von den tertiären Vögeln über *Ichthyornis* zu *Archaeopteryx* führt, weiter zurückzuverfolgen, das heisst einen Vogel zu construiren, welcher von *Archaeopteryx* eben so weit oder noch weiter entfernt ist, als *Archaeopteryx* von *Ichthyornis*. Das hat Marsh[1]) gethan und gelangt dadurch zu einem Thier mit Zähnen in Alveolen, biconcaven Wirbeln, freien Metacarpalien und Carpalien, kiellosem Sternum, einem zweiwirbligen Sacrum, getrennten Beckenknochen, langem Schwanz, freien Tarsalien und Metatarsalien, vier oder mehr vorwärts gestreckten Zehen und rudimentären oder unvollkommenen Federn. — Dazu bemerkt er, dass diese verschiedenen Charaktere vielleicht in einem Thier combinirt gewesen seien, das mehr reptil- als vogelähnlich gewesen sei, dass aber ein solches Thier wohl am Anfang des Vogelstammes eher, als an dem der Pterosaurier oder Dinosaurier zu suchen sei, da Federn nicht zu den Charakteren dieser Gruppen gehörten. Mit Ausschluss dieser Eigenschaft gehörten aber alle übrigen einem generalisirten Sauropsid an, von welchem die Vögel und die bekannten Dinosaurier sehr wohl abgestammt sein dürften. — Setzt man an Stelle des Wortes Dinosaurier das Wort Reptilien überhaupt, so bin ich mit Marsh durchaus einverstanden. Auch für mich ist das Auftreten der Feder das Hauptmoment für die Trennung der beiden Classen; denn mag auch die Feder in ihren ersten Anlagen

[1]) Odontornithes pag. 188.

der Eidechsenschuppe entsprechen, so entwickelt sie sich doch bald zu einem Organ, was gegen die Kälte schützt, und damit ist der Scheidungsprocess zwischen warm- und kaltblütigen Thieren vollzogen, und damit auch die Scheidung der Reptilien von den Vögeln [1]), an deren gemeinsamen Ursprung jedoch auch ich nicht zweifle.

Dadurch, dass ich mich zu der eben mitgetheilten Ansicht von Marsh bekannt habe, ist es eigentlich überflüssig geworden, noch weiter auf die Frage einzugehen, ob vielleicht eine oder die andere Reptilordnung und bejahenden Falls, welche von ihnen als diejenige zu bezeichnen ist, von welcher die Vögel abstammen könnten. Ich schicke hier gleich voraus, dass ich es nach dem heutigen Stande unserer Kenntnisse für durchaus unzulässig halte, in einer bekannten Reptilordnung die Stammeltern der Vögel erkennen zu wollen, ohne damit, wie ich zum Ueberfluss nochmals hervorhebe, den gemeinsamen Ursprung der Sauropsiden insgesammt zu berühren. — Ich würde auf die Frage, von welcher Reptilordnung die Vögel vielleicht abstammen könnten (denn nur diese Fassung kann man dieser Frage geben, will man das Beobachtete stets im Auge behalten), auch nicht näher eingehen, da sich meine Ansicht aus dem Gesagten schon ergiebt, wenn nicht gerade in neuester Zeit von mehreren Seiten sehr bestimmt ausgesprochene Meinungen hierüber veröffentlicht worden wären.

Der Besprechung derselben möge eine kurze Uebersicht über die in Bezug auf die Abstammung der Vögel überhaupt geäusserten Ansichten vorausgeschickt werden, weil es von Interesse ist, zu zeigen, welche verschiedenen Phasen der Anschauung gerade diese Frage zurückgelegt hat. Haeckel nimmt zuerst an [2]), dass „die Vögel sich höchstwahrscheinlich aus den Anomodonten, als ein von den Cheloniern divergirender Zweig dieser Subclasse, entwickelt haben; und zwar wohl im Beginn oder gegen die Mitte der mesolithischen Zeit.“ — Es ist hier zwar nicht bemerkt, welche Eigenschaften den gemeinschaftlichen Ursprung der Chelonier und Vögel von den Anomodonten, und unter diesen wieder von den Cryptodonten [3]), wahrscheinlich machen; es scheint jedoch, dass namentlich die mangelnde Bezahnung der Cryptodonten und der Chelonier hierfür maassgebend gewesen sei, wenigstens würde es schwer sein, zwischen beiden und den Vögeln noch weitere verbindende Eigenschaften aufzufinden. Man glaubte damals, *Archaeopteryx* habe ebenso wie die lebenden Vögel keine Zähne, von den americanischen Odontornithen wusste man noch nichts, und so wurden denn die einzigen zahnlosen Reptilien, die man damals kannte, die Stammeltern der Vögel. — Dass die Zahnlosigkeit in der That die Verbindung hergestellt hat, wird nämlich dadurch sehr wahrscheinlich, dass Haeckel später [4]), als die Odontornithen von Marsh entdeckt waren und auch *Archaeopteryx* den Besitz von Zähnen hatte erkennen lassen, von einer Abstämmung der Vögel von Cryptodonten resp. Cheloniern nicht mehr spricht, sondern dass an deren Stelle die Dinosaurier treten, während die Anomodonten (*Cynodontia* und *Cryptodontia*) als diejenigen Reptilien betrachtet werden, aus welchen sich die Stammformen der Säugethiere entwickelt haben mögen. — Dass die Dinosaurier die Vorfahren der Vögel gewesen seien, findet sich zuerst in dem berühmten Vortrag von Huxley ausgesprochen [5]), der für die Umgestaltung des Systems der Wirbelthiere den Grund legte. Huxley sagt dort, nach Erörterung der Vogelähnlichkeiten der Dinosaurier und namentlich *Compsognathus*, „surely there is nothing very wild or illegitimate in the Hypothesis that the phylum of the class Aves has its root in the Dinosaurian reptiles — that these, passing through a series of such modifications as are exhibited in one of their phases by *Compsognathus*, have given rise to the Ratitae — while the Carinatae are still further

[1]) Aus dem oben Gesagten ist von selbst zu entnehmen, dass ich mit Owen die Pterosaurier für kaltblütige Thiere halte. So geistreich auch die Seeley'schen Ausführungen zu Gunsten ihrer Warmblütigkeit sind, so hat er doch die Klippe des fehlenden Hautschutzes nicht umschiffen können.

[2]) Generelle Morphologie. 1866. Bd. 2 pag. 139.

[3]) l. c. pag. 138.

[4]) Natürliche Schöpfungsgeschichte. 7. Auflage. Berlin 1879. pag. 553.

[5]) The annals and magazine of natural history etc. 4. Series. Vol. 2. 1868. pag. 74.

modifications and differentiations of these last“ etc. — Wenn man diesen Schluss mit den kurz vorhergehenden Ausführungen zusammenhält, so befremdet er; denn da der Autor wiederholentlich die Brücke von den Reptilien zu den Vögeln, aber auch umgekehrt von den Vögeln zu den Reptilien zu schlagen bestrebt ist und ausdrücklich betont, dass schon zur Zeit der Trias beide zusammen lebten [1]), wie aus den americanischen Fussspuren hervorgehe, so erwartet man viel eher den Schluss, dass die Dinosaurier und die Vögel auf eine und dieselbe Stammform zurückzuführen sind, als dass letztere die Abkömmlinge der ersteren gewesen seien. — Die Anschauung aber, dass die Dinosaurier mit den Vögeln in naher Verwandtschaft stünden, ist seitdem nicht wieder verlassen worden, und eine Reihe von Autoritäten der vergleichenden Osteologie haben sie zu der ihrigen gemacht, wie Marsh, Cope, Gegenbaur, Hulke u. A. — Dieser Auffassung pflichten jedoch gleichhervorragende Gelehrte, unter ihnen Owen [2]), Seeley [3]) und C. Vogt [4]), nicht bei, indem sie die vogelähnliche Hinterextremität der Dinosaurier im Wesentlichen einer Anpassung zuschreiben. Es stehen sich also zwei Ansichten gegenüber: die Anhänger der ersten erblicken in dem Vogelbecken eine durch Vererbung von den Dinosauriern erlangte Eigenschaft des Vogels; die Vertreter der zweiten sehen in der Vogelähnlichkeit des Dinosaurierbeckens einen durch Anpassung an die Bewegung auf den Hinterextremitäten erworbenen Charakter, unabhängig von der Verwandtschaft mit den Vögeln. — In neuester Zeit nun ist diese wichtige und, wie gezeigt wurde, unter den ersten Autoritäten der vergleichenden Anatomie noch nicht zum Austrag gebrachte Frage in einer Inaugural-Dissertation gelöst worden — wenigstens nach Ansicht ihres Verfassers. Georg Baur nämlich schreibt in seiner Abhandlung (Der Tarsus der Vögel und Dinosaurier, eine morphologische Studie [5]) pag. 37): „Dass die Dinosaurier in Wirklichkeit die Stammeltern der Vögel sind, glaube ich nach meinen Untersuchungen als sicher hinstellen zu dürfen.“ — Es hat mir ursprünglich ferngelegen, auf die Vogel-Dinosaurier-Frage einzugehen, da ich ausser *Compsognathus* und einigen wenigen anderen Dinosaurierresten erst im vorigen Jahr im Natural-history-Museum London's Reste von solchen Thieren zwar gesehen, aber nicht genauer studirt habe, mich also einzig und allein auf Wiedergabe des längst Bekannten und oft Wiederholten hätte beschränken müssen. Jedoch zwingt mich die Bestimmtheit, mit welcher Baur den eben citirten Satz hinstellt, zur Prüfung seiner Haltbarkeit. Baur hat von Dinosauriern zwar auch nur *Compsognathus* im Original gesehen und studirt, hat aber eingehende und werthvolle Untersuchungen am Tarsus junger Vögel vorgenommen. Soweit es also das Material betrifft, so befinden wir uns in Bezug auf Untersuchungen an Dinosauriern in derselben (ich vielleicht noch etwas günstigeren) Lage, in Bezug auf die Untersuchungen an lebenden Vögeln stehe ich vollkommen zurück. Das fällt jedoch nicht schwer in's Gewicht, da ich die Untersuchungen Baur's in keiner Weise anzweifele, sondern sie auch der folgenden Discussion zu Grunde lege und dies mit um so grösserem Vertrauen auf ihre Richtigkeit thun kann, als sie bis auf einige Modificationen secundärer Wichtigkeit lediglich eine Bestätigung der Untersuchungen Gegenbaur's, der anerkannt ersten Autorität auf diesem Gebiet, bringen.

Für seine Behauptung, dass die Dinosaurier die Stammeltern der Vögel sind, bringt G. Baur folgende Argumente vor: 1. Tibia und Fibula werden während der embryonalen Entwickelung bei den Vögeln und während der Fortentwickelung der Dinosaurier schlanker. 2. Das allmähliche Verschmelzen von Tibiale und Fibulare und die Rückung des Fibulare unter die Tibia. 3. Das allmähliche Verschmelzen der Tibia mit der ersten Tarsusreihe. Im Anfang bei Dinosauriern und Vögeln völliges Getrenntsein, im Lauf der Entwickelung Verschmelzung. 4. Die morphologischen Verhältnisse des aufsteigenden Fortsatzes (nämlich des Astragalus). Bei den ältesten Dinosauriern, sowie bei den jüngsten Embryonen der Vögel fehlt dieser Fortsatz. Er ent-

[1]) „These bipeds were either birds or reptiles, or more probably both.“ (l. c. pag. 74).
[2]) Palaeontographical society 1871. 1875.
[3]) Die Dinosaurier. — Ausserordentliche Beilage zu den Monatsblättern des Wissenschaftlichen Club in Wien. 1880. pag. 2.
[4]) Westermann's Illustrirte Monatshefte. November 1878. pag. 236.
[5]) Morphologisches Jahrbuch. Bd. 8. 1882.

wickelt sich erst allmählich in den jüngeren Gruppen der Dinosaurier, bis er bei den jüngsten bekannten Formen sich zu einem schlanken griffelartigen Fortsatz ausbildet. Dasselbe gilt von seiner Entwickelung bei den Vögeln. 5. Die Verhältnisse der Metatarsalien, welche bei den ältesten Dinosauriern kurz, robust und weit von einander getrennt sind, später schlanker werden und sich dann näher an einander legen, ähnlich wie bei den verschiedenen Stadien der Vogelentwickelung, wo sie zuletzt auch schlank werden und verwachsen. 6. Die allmähliche Verringerung der Zahl der Zehen: In den ältesten Dinosauriern haben wir fünf wohl entwickelte Zehen, im Laufe der Entwickelung der Dinosaurier-Classe wird die erste oder fünfte Zehe rudimentär. Bei den Vögeln finden wir in frühen Stadien noch eine fünfte Zehe, durch ein rudimentäres Metatarsale angedeutet, welches später vollständig schwindet. — Eine Zusammenfassung dieser 6 Punkte ergiebt, dass nach Baur der Unterschenkel, der Tarsus und die Metatarsalien der Dinosaurier im Lauf der geologischen Entwickelung dieselben Stadien durchmachen, wie dieselben Theile des Vogels während des Embryonallebens. — Prüfen wir nun, wie dieser Schluss mit den bisher beobachteten Thatsachen, soweit sie die Dinosaurier betreffen, in Einklang steht; bezüglich der Vögel lasse ich, wie ich nochmals hervorhebe, alle Baur'schen Beobachtungen vollkommen gelten. — Der letzte oder sechste Punkt, der von einer allmählichen Reduction der Zehen bei den Dinosauriern spricht, ist unrichtig, denn in den beiden ältesten Familien der Dinosaurier, welche gleichzeitig gelebt haben, sind Vertreter mit stark reducirter und solche mit unreducirter Zehenzahl. Bei der Familie der *Zanclodontidae* finden sich vorn und hinten fünf Zehen, bei den *Amphisauridae* vorn fünf, hinten nur drei, wie Cope und Marsh übereinstimmend angeben, also gleich unter den ältesten bisher bekannten Dinosauriern ist derselbe Unterschied in der Zehenzahl vorhanden, welcher sich noch in der Zeit des oberen Jura und der Wealdenformation geltend macht; von einer im Verlauf jüngerer geologischer Zeiten allmählich sich einstellenden Verringerung der Zehenzahl ist keine Rede. — Der vierte Punkt hat allerdings scheinbar insofern eine grössere Bedeutung, als der aufsteigende Fortsatz des Astragalus bei den ältesten Dinosauriern in der That noch nicht beobachtet ist. In der von Marsh gegebenen, von Baur wiederholten Diagnose der *Zanclodontidae* heisst es nun zwar: „Astragalus ohne aufsteigenden Fortsatz"; ich habe aber vergeblich aufzufinden versucht, auf welche Beobachtung sich diese Angabe stützt, und auch Baur hat sie wahrscheinlich nur auf die Autorität von Marsh hin angenommen, denn er sagt ausdrücklich, dass man weder über den Tarsus von *Zanclodon* noch über den von *Teratosaurus* etwas weiss. Zwar halte auch ich sein Vorhandensein für unwahrscheinlich, da ein aufsteigender Fortsatz des Astragalus mit einem fünfzehigen Fuss zusammen nicht zu erscheinen pflegt, aber die directe Beobachtung fehlt noch. In der Familie der *Amphisauridae* ist es mit der Kenntniss des Tarsus fast ebenso schlecht bestellt: von *Amphisaurus* kennt man ein Cuboideum = Tarsale 4 + 5, welches nach Cope ähnlich wie beim Alligator gebildet sein soll, von allen übrigen Vertretern der Familie — *Clepsysaurus, Bathygnathus* (deren Stellung überhaupt noch unsicher ist), *Palaeosaurus* und *Thecodontosaurus* — ist der Tarsus noch gar nicht bekannt. Woraus will man also hier das Vorhandensein oder Fehlen des aufsteigenden Fortsatzes am Astragalus entnehmen, und worauf gründet Baur die Behauptung, dass bei den ältesten Dinosauriern (d. h. also bei den *Zanclodontidae* und *Amphisauridae*) dieser Fortsatz fehle? — Ist also die letzte von Baur aufgestellte Behauptung entschieden irrig und ist die vierte unbewiesen, so ist die Richtigkeit der anderen unanfechtbar, sobald man sie für sich hinstellt und nicht behaupten will, wie es Baur allerdings thut, dass im Lauf der Fortentwickelung der Dinosaurier während der geologischen Perioden eine Annäherung an den Vogelfuss stattfindet. Es ist zu bedauern, dass es Baur nicht gefallen hat, die hierauf bezüglichen Behauptungen mit Beispielen zu belegen. Ich habe dafür keine auffinden können. Im Gegentheil, ich glaube es genügt ein Blick auf die Abbildungen der Hinterextremitäten von *Morosaurus, Stegosaurus, Camptonotus* und *Laosaurus*, welche Baur auf t. 19 seiner Abhandlung nach Marsh'schen Figuren zusammengestellt hat, um sich zu überzeugen, dass von einer allmählichen Fortentwickelung des Dinosaurierfusses in der von Baur behaupteten Weise keine Rede sein kann. Alle diese so verschieden ausgebildeten Extremitäten, vom fünfzehigen, schwerfälligen

Morosaurus-Bein bis zum zierlichen, schlanken, nur mit 3 functionirenden Zehen versehenen *Laosaurus*-Bein, gehören Thieren an, welche alle zugleich in derselben Zeit gelebt haben; alle entstammen den *Atlantosaurus*-Beds, welche Marsh der oberen Juraformation zurechnet und somit ungefähr in Parallele stellt mit unseren Wealdenbildungen, welche von einigen Autoren ja auch noch zur Juraformation gezogen werden. Die liassische Gattung *Scelidosaurus* lässt sich auch für Baur's Ansicht nicht verwerthen, da sie schon durch die verhältnissmässig schlanke und kurze Fibula vogelähnlicher ist, als die viel später erscheinenden *Sauropoda*. — Wenn es aber festgestellt ist, dass Vertreter fast aller, so verschieden ausgebildeter Dinosaurier-Typen zusammen gelebt haben, ja wenn nach unseren heutigen Erfahrungen diejenigen, welche nach Marsh's eigenem Ausspruch am meisten generalisirt sind und am wenigsten Vogelcharactere zeigen, nämlich die *Sauropoda*, abgesehen von dem im Gross-Oolith gefundenen *Cetiosaurus*, von dessen Tarsus wir nichts wissen, auch da zuerst erscheinen, wo die Hauptentfaltung der gesammten Dinosaurier liegt, nämlich an der oberen Grenze der Juraformation, so ist es entweder unrichtig, dass die Dinosaurier im Lauf ihrer Fortentwickelung ähnliche Phasen durchgemacht haben, wie der Vogel im Embryonalleben, oder es reicht jedenfalls das für die Beurtheilung dieser Frage zur Verfügung stehende Beobachtungsmaterial noch keineswegs aus, um die Baur'sche Behauptung auch nur mit einem Schein von Wahrscheinlichkeit zu versehen. Entschieden mit ihr im Widerspruch steht auch die Thatsache, dass *Compsognathus*, der vogelähnlichste aller bekannten Dinosaurier, zu einer früheren Zeit in Europa gelebt hat, als die grosse Masse der Dinosaurier in demselben Erdtheil; denn dass die Wealdenformation jünger ist, als die lithographischen Schiefer, ist noch nie bestritten worden, und erstere hat weitaus die meisten Dinosaurier-Reste geliefert. Hieran würde auch durch den Einwurf, dass uns nur sehr vereinzelte Aeste vom Stammbaum der Dinosaurier bekannt sind, nichts geändert: Thatsache bleibt, dass in der Wealdenformation kein Dinosaurier mit so ausgeprägter Vogelähnlichkeit bekannt geworden ist, wie aus dem älteren Kimmeridge. Uebrigens hat auch Baur sich selbst diesen Einwurf nirgends gemacht, sondern seine unhaltbare Hypothese einzig und allein auf die beobachteten Formen gestützt. Endlich haben auch die seit dem Erscheinen der Baur'schen Abhandlung aufgefundenen, interessanten Dinosaurierreste der Kreide von Maestricht, welche von Seeley[1]) und Dollo[2]) beschrieben worden sind, in keiner Weise eine Stütze der Baur'schen Hypothese gebracht; sie liessen sich ungezwungen auf den Typus der Megalosaurier *(Megalosaurus Bredai)* und der Iguanodonten *(Orthomerus Dolloi)* zurückführen, ohne grössere Vogelähnlichkeit zu zeigen als eben diese Typen; und ebenso ist es mit *Hadrosaurus* aus der Kreideformation America's, der auch durchaus nicht vogelähnlicher ist, als die übrigen, älteren Ornithopoden. — Weiter in das Detail dieser Frage einzugehen, ist überflüssig, da, wenn auch eine Zusammenstellung der Dinosaurierliteratur noch manche weiteren Belege für die von mir vertretene Ansicht bringen würde, es hier nur darauf ankam, an einigen Beispielen darzuthun, dass die Vogelähnlichkeit im Bau des Dinosaurierfusses keineswegs zunimmt, je mehr wir in jüngere geologische Formationen hinaufsteigen, sondern dass — um kurz zu sein — die reptil- und die vogelähnlich gebildeten Hinterfüsse an gleichzeitig gelebt habenden Dinosauriern auftreten, dass die ältesten nicht die reptilähnlichsten, die jüngsten nicht die vogelähnlichsten im Bau der Hinterextremität sind, wie es nach der Hypothese Baur's sein müsste.

Damit fällt aber auch der Beweis, den Baur gerade aus dieser angenommenen Gleichartigkeit der Entwickelung der Hinterextremität bei Dinosauriern und Vögeln für die Stammesgeschichte der Vögel entnehmen zu können glaubte. — Baur hat sich bei seiner Betrachtung einzig und allein durch die Beobachtungen über die Hinterextremität leiten lassen, ohne die übrigen Skeletelemente auch nur mit einem Wort zu erwähnen, und damit eine Methode befolgt, die ich für sehr bedenklich halte, denn sie kann nur durch Zufall zu einem richtigen Resultat führen.

[1]) Quarterly journal of the geological society of London. Bd. 39. 1883. pag. 246 ff.

[2]) Bulletin du Musée royal d'histoire naturelle de Belgique. Tome II. 1883. pag. 205 ff.

Das Studium der Baur'schen Abhandlung hat mich genau zu dem entgegengesetzten Resultat geführt, nämlich die Dinosaurier nicht für die Stammeltern der Vögel zu halten. Durch sie bin ich wieder darauf aufmerksam geworden, wie verschiedene Formen zusammen gelebt haben, wie die Dinosaurier damals im Haushalt der Natur gewissermaassen dieselbe Rolle gespielt haben, wie heute die Säugethiere in ihren verschiedenen Ordnungen, und diese Ueberlegungen haben mich zu der Ueberzeugung geführt, dass die Vogelähnlichkeit im Becken und in der Hinterextremität der Dinosaurier eben nur eine Aehnlichkeit ist, nicht aber unmittelbar in phylogenetischer Beziehungen verwerthbar wird. — Ich stehe in dieser Frage vollständig auf demselben Boden wie C. Vogt [1]) und Seeley [2]). Ersterer sagt: „Beweisen aber alle diese Thatsachen (nämlich die Beschaffenheit der Extremitäten und des Beckens), ich will nicht sagen, die Vogelähnlichkeit, sondern vielmehr die Möglichkeit der directen Ableitung der Vögel von den Dinosauriern? Keineswegs! Sie beweisen nur die Herstellung gleicher Mittel zur Erzielung eines identischen Resultates, des freien Tragens der ganzen Körperlast auf den beiden Hinterbeinen. Um dies zu ermöglichen, muss ein fester Stützpunkt des Beckens an der Wirbelsäule hergestellt werden durch die Heranziehung einiger Wirbel in das Becken selbst, und auf Herstellung dieses mechanischen Erfordernisses beschränkt sich auch die im Becken aufzufindende Vogelähnlichkeit der Dinosaurier, die sich sogar nicht weiter erstreckt, denn Schien- und Wadenbein, sowie die Mittelfussknochen sind bei ihnen, so viel man weiss, getrennt und keine Spur, keine Anlage von einem einzigen verschmolzenen Laufknochen, wie bei den Vögeln, ist gegeben." Seeley's diesbezügliche Worte sind: „Letztlich hat man gewöhnlich die Dinosaurier als den Vögeln nahe verwandt angesehen. Dieser Schluss beruht indess nur auf Merkmalen einiger weniger Knochen der Beckenregion und der hinteren Gliedmaassen, die man bei einigen Gattungen wahrnimmt, die aber nicht als charakteristisch für die ganze Gruppe gelten können." Dem schliesse ich mich vollkommen an. Für mich sind es zwei Gesichtspunkte, welche in der Vogelähnlichkeit der Hinterextremität nur etwas als zur Stellung und zur Locomotion auf den Hinterextremitäten Erforderliches und so Erworbenes erkennen lassen: 1. die Beschränkung der Vogelähnlichkeit auf die genannten Skelettheile, und 2. die Beobachtung, dass bei gleichzeitig gelebt habenden Thieren die Vogelähnlichkeit da eintritt, wo eine Verkürzung der Vorderextremität und somit ein ganzes oder theilweises Aufgeben derselben zur Mitwirkung bei der Fortbewegung vor sich geht, dass sie sich aber bei Thieren, welche sich stets auf 4 Beinen bewegt haben, nicht einstellt. — Das Beschränktsein der Vogelähnlichkeit auf das Becken und die Hinterextremität lässt sich leicht nachweisen, wenn man die Wirbel der verschiedenen Körperregionen, Schultergürtel, Vorderextremität und — wo vorhanden — Hautbedeckung hier und dort in Vergleich stellt; aber am deutlichsten tritt der Unterschied zwischen dem Dinosaurier und dem Vogel hervor, wenn man die Schädel vergleicht. Gerade die letzten Jahre haben unsere Kenntnisse über den Schädel verschiedener Dinosaurier sehr gefördert. So beschrieb Hulke den Schädel von *Hypsilophodon*, Marsh den von *Brontosaurus*, *Diplodocus* und *Ceratosaurus*, Dollo den von *Iguanodon*, Owen den von *Megalosaurus* etc.; aber alle diese so verschieden und so seltsam gestalteten Schädel haben auch nicht im Geringsten mehr Vogelähnlichkeit, als die der meisten anderen Reptilien, jedenfalls bedeutend weniger, als die der Pterosaurier. Das im Einzelnen nachzuweisen, ist hier nicht der Ort, wo es nur darauf ankam, die Möglichkeit einer Abstammung der Vögel von den Dinosauriern zu discutiren; es mag nur hervorgehoben werden, dass auch keiner der genannten Autoren einer Vogelähnlichkeit der Dinosaurierschädel das Wort redet. Und wie es mit dem Schädel steht, so steht es auch mit den übrigen Skelettheilen. Marsh würde schwerlich das Sternum von *Brontosaurus* gerade auf das eines jungen Strausses bezogen haben, wenn auch er nicht von der nahen Verwandtschaft zwischen Vögeln und Dinosauriern ausgegangen wäre; das Sternum aller Sauropsiden ist ja ursprünglich paarig angelegt. — Zur Begründung des zweiten der angegebenen

[1]) Westermann's Illustrirte Monatshefte. Bd. 45. 1878. pag. 236.

[2]) Ausserordentliche Beilage zu den Monatsblättern des wissenschaftlichen Club in Wien pag. 2.

9*

Gesichtspunkte genügt es, die Reconstructionen der Skelete von *Brontosaurus*[1]) und von *Iguanodon*[2]) zu vergleichen: *Brontosaurus* stellt ein schwerfälliges, auf Vorder- und Hinterextremität sich stützendes und fortbewegendes, fünffingriges und fünfzehiges Thier dar, dessen Becken keine Postpubis besitzt, dessen Ileum verhältnissmässig gering praeacetabular und noch weniger postacetabular verlängert ist, dessen Ischium nach unten, nur sehr wenig nach hinten gewendet ist, dessen Becken im grossen Ganzen also nur unwesentlich von dem des Crocodils verschieden ist; in *Iguanodon* dagegen hat man ein auf den Hinterbeinen stehendes und gehendes Thier vor sich, dessen Vorderbeine verkürzt sind, mit bedeutend schlankeren und feineren Knochen beider Extremitäten; und mit dieser aufrechten Stellung stellen sich nun alle die Eigenthümlichkeiten des Beckens ein, welche dasselbe vogelähnlich machen: ein nach unten und hinten gewendetes, schmales, langes Ischium, eine ebenfalls schmale, lange Postpubis, ein prae- und postacetabular stark verlängertes Ileum, ebenso eine Reduction der Zehen und alle die hier nicht nocheinmal zu wiederholenden Eigenschaften der Hinterextremität, welche längst von Owen und Huxley erkannt worden sind. Immer aber bleibt auch bei *Iguanodon* die starke Ausbildung der Pubis, welche bei den Vögeln nur durch einen mehr oder minder langen Vorsprung am vorderen Acetabularrande noch angedeutet ist (am stärksten bei *Apteryx australis* und *Geococcyx californicus*) bestehen, um dem Becken einen sehr wichtigen Reptilcharakter aufzuprägen. — Wenn man nun neben diesen Vergleich von *Brontosaurus* und *Iguanodon* die Erwägung stellt, dass beide ungefähr gleichzeitig gelebt haben, so wird man, wie ich glaube, gezwungen anzunehmen, dass die Vogelähnlichkeit des Beckens und der Hinterextremität in der That auf Rechnung einer Anpassung an die aufrechte Haltung zu setzen und ganz unabhängig vom Vogel erworben ist.

Und was hat es in der That Befremdendes, wenn zwei aus der gemeinschaftlichen Urform der Sauropsiden hervorgegangene Classen sich zur Erreichung desselben Zweck's derselben Mittel bedienen? Auch ohne dass eine Abstammung der einen von der anderen angenommen werden muss, kann in einzelnen Skelettheilen eine grosse Aehnlichkeit erzielt werden, die sich dann aber eben nur auf diese Skelettheile beschränkt; und ich glaube, dass dies Verhalten bei Dinosauriern und Vögeln vorhanden ist. Ja, es lassen sich Beispiele dafür anführen, dass weit über den Rahmen derjenigen Abtheilungen der Wirbelthiere hinaus, für welche ein gemeinschaftlicher Ursprung anzunehmen ist, wie der Sauropsiden, auch noch dieselben Mittel zu gleichem Zweck in Anwendung kommen; man denke an das gekielte Brustbein der Fledermäuse und namentlich an den Metatarsus von *Alactaga jaculus*, dessen verwachsene Elemente mit ihren drei Gelenkrollen durchaus vogelähnlich sind, wie u. A. Giebel und Nehring auseinandergesetzt haben[3]). Angesichts dessen kann es dann auch nicht befremden, wenn, wie Baur (l. c. pag. 33) sehr klar nachgewiesen hat, *Compsognathus* bezüglich des Tarsus auch am weitesten in der Vogelähnlichkeit geht, denn in *Compsognathus* ist eben, soweit bisher bekannt, am meisten die Eigenschaft der alleinigen Bewegung auf den Hinterextremitäten ausgeprägt. — Umgekehrt lehrt das Becken der *Archaeopteryx*, dass Vögel und Reptilien hier zur Erreichung dieses Zieles nicht den gleichen Schritt gehalten haben; denn während *Compsognathus* sich wahrscheinlich ausschliesslich auf den Hinterbeinen hüpfend und springend bewegte, ist in seinem Becken und seiner Hinterextremität noch lange nicht der Grad der Aehnlichkeit mit dem Becken und dem Hinterbein der lebenden Vögel erreicht, wie *Archaeopteryx* sie zeigt, deren Fortbewegung auf der Erde sicher nicht ohne Zuhülfenahme der Vorderbeine vor sich ging.

Eine von den bisher angeführten Ansichten abweichende hat R. Wiedersheim wiederholt ausgesprochen, insofern er für die Vögel eine diphyletische Entwickelung in Anspruch nimmt. Es heisst in seinem Lehrbuch

[1]) O. C. Marsh. Principal Characters of American jurassic Dinosaurs. Part 6. Restoration of *Brontosaurus*. — American journal of Science. Vol. 26. 1883. pag. 81 ff. t. 1.

[2]) M. L. Dollo. Troisième note sur les Dinosauriens de Bernissart. — Bulletin du Musée royal d'histoire naturelle de Belgique. Tome II. 1883. pag. 85 ff. t. 3—5.

[3]) Giebel. Zeitschrift für die gesammten Naturwissenschaften. Bd. 44. 1874. pag. 533; Nehring, ibidem. Bd. 47. 1876. pag. 3 und pag. 56 ff.; cfr. auch Zeitschrift der deutschen geolog. Gesellschaft. Bd. 32. 1880. pag. 476.

der vergleichenden Anatomie der Wirbelthiere 1883. pag. 67, dass „die zwei grossen Abtheilungen der Vögel, die Ratiten und die Carinaten, höchst wahrscheinlich von zwei verschiedenen Reptiliengruppen her zu datiren sind. So haben die ersteren ihre Entwickelung von den Ornithosceliden und speciell den Dinosauriern her genommen und auf denselben Ursprung ist auch wohl ein Theil der amerikanischen Zahnvögel zurückzuführen *(Hesperornis)*. Die Flugvögel dagegen, die Carinaten, sind wahrscheinlich von den Pterosauriern und zwar von solchen, die dem *Rhamphorhynchus* nahe gestanden haben mögen, ausgegangen. Von hier aus müssen sie sich zu Formen entwickelt haben, wie sie durch den Solenhofener *Archaeopteryx* repräsentirt sind.“ Etwas später erschien von demselben Autor ein Aufsatz „Die Stammesentwickelung der Vögel“ [1]), welcher dieselbe Ansicht vertritt. Bezüglich der Carinaten, welche nach dem eben mitgetheilten Citat von *Rhamphorhynchus*-verwandten Pterosauriern ausgegangen sein sollen, ist die Abstammung aber in so weit geändert, als nunmehr die Flugvögel „von langschwänzigen Reptilien abgeleitet werden, deren saurierartige Urform sich wohl schon in vortriassischer Zeit nach folgenden drei Richtungen hin entwickelt haben muss, nämlich in die langschwänzigen *(Rhamphorhynchus)*, in die kurzschwänzigen Flugsaurier *(Pterodactylus)* und endlich in die Vorfahren des *Archaeopteryx*.“ Aus letzterer seien dann sämmtliche Flugvögel mit Einschluss von *Ichthyornis* und *Apatornis* hervorgegangen. Betreffs der Ratiten bleibt die aus dem Lehrbuch citirte Ansicht unverändert. — Obschon R. Wiedersheim, wie gezeigt wurde, die beiden Vogelstämme von zwei verschiedenen Reptilabtheilungen ableitet, so kommt er doch dahin, dass beide gemeinsamen Ursprungs sind. Er sagt (l. c. pag. 694): „Für den Augenblick möchte ich nur noch darauf hinweisen, dass sich jene, einerseits den Carinaten, andererseits den Ratiten zu Grunde liegenden Ausgangsformen mit der Zeit höchst wahrscheinlich als Abzweigungen der von Prof. Marsh als *Sauropoda* bezeichneten, durch pneumatische Knochen, sowie durch eine ziemlich gleichmässige Entwickelung der Vorder- und Hinterextremitäten charakterisirten Gruppe der Dinosaurier herausstellen werden. Während wir uns aber vor der Hand von den zwischen den *Sauropoda* und der *Archaeopteryx* liegenden Uebergangsformen noch keine sichere Vorstellung zu bilden im Stande sind, kann über diejenigen zwischen den *Sauropoda* und den Ratiten kein Zweifel existiren. Es handelt sich hier eben um die Ornithosceliden und die Stegosaurier. — Nur so lässt sich das Auftreten von Dinosaurier- resp. Ratiten-Charakteren am Becken und der Hinterextremität der *Archaeopteryx* und gewisser heutiger Carinaten *(Geococcyx, Tinamus)* erklären.“

Die anatomischen, resp. osteologischen Gründe, welche den Autor zu der mitgetheilten Ansicht gebracht haben, werden nicht genannt, und ebensowenig ist eine Besprechung der von Owen und Seeley eingehend gebrachten Unterschiede zwischen Carinaten und Pterosauriern beigefügt. Nach dieser Richtung hin wird man also eine nähere Begründung abzuwarten haben, um diese dann discutiren zu können. Nur eins sei hier hervorgehoben, dass nämlich *Archaeopteryx* weder im Becken, noch namentlich in der Hinterextremität auch nur eine Andeutung einer Ratiten-Aehnlichkeit zeigt, sondern gerade in diesen Skelettheilen vollkommen eine Carinate ist. — Aber auch abgesehen davon stellen sich einer Stammesgeschichte der Vögel, wie Wiedersheim sie will, vom geologischen Gesichtspunkt die schwerwiegendsten Bedenken entgegen. Nehmen wir an, dass seine Ansicht über die Entstehung der Carinaten die richtige sei, dass also die langschwänzigen Pterosaurier, die kurzschwänzigen Pterosaurier und die saururen Vögel von langschwänzigen Reptilien vortriassischer Zeit abstammen, und stellen wir daneben, dass er diese vortriassischen Stammformen als Abzweigungen von den Sauropoden anzusehen geneigt ist, so ist dem entgegenzuhalten, dass die Sauropoden mit einer noch ungenügend gekannten Gattung *(Cetiosaurus)* erst im Gross-Oolith, also etwa in der Mitte einer posttriassischen Periode auftreten und das Maximum ihrer Entwickelung am Ende der Juraformation erreichen. Wie soll sich aber ein praetriassisches Thier von einem posttriassischen abzweigen können? Ich stimme daher mit R. Wiedersheim voll-

[1]) Biologisches Centralblatt. Bd. 3. Nr. 20 und 21. pag. 654 ff.

kommen überein, wenn er sagt, dass man sich von den zwischen den Sauropoden und *Archaeopteryx* liegenden Uebergangsformen noch keine sichere Vorstellung machen kann; ja ich hätte es vielleicht vorgezogen, die Worte „noch keine sichere“ mit „durchaus garkeine“ zu vertauschen. — Weiter ist die Abstammung der Ratiten von den Sauropoden durch die Uebergangsformen der Ornithosceliden[1]) und Stegosaurier auch nicht über jeden Zweifel erhaben, wie R. Wiedersheim meint. Denn wenn auch die Stegosaurier mit *Scelidosaurus* im Lias, die Sauropoda mit *Cetiosaurus* im Gross-Oolith beginnen, so haben sie doch, wie auch die Ornithopoden, ihre Hauptentwickelung an der Grenze von Jura- und Kreideformation; sie sind also in dieser Zeit Altersgenossen. Und da nun auch die älteste Ratite *(Laopteryx)* genau in dieselbe geologische Zeit fällt, so würde sich, falls die Wiedersheim'sche Ansicht gelten soll, die beispiellose Thatsache herausstellen, dass Stamm-, Zwischen- und Endformen sämmtlich gleichzeitig neben einander gelebt haben[2]).

Eine Zusammenfassung des in diesem Abschnitt Gesagten ergiebt, dass die Eigenschaften der *Archaeopteryx* der Huxley'schen Ansicht von der Verwandtschaft der Reptilien und Vögel nicht widersprechen, sondern sie wesentlich unterstützen; ferner, dass *Archaeopteryx* nicht ein Zwischenglied zwischen Reptil und Vogel ist, welches man nach Belieben der einen oder der anderen Abtheilung zuweisen mag, sondern ein echter Vogel, der in der Entwickelung sogar schon so weit vorgeschritten ist, dass er einer bestimmmten noch lebenden Abtheilung der Vögel — den Carinaten — zugesellt werden kann. Schliesslich glaube ich nachgewiesen zu haben, dass unsere heutigen Kenntnisse der fossilen Wirbelthiere noch nicht ausreichen, um eine bestimmte Reptilordnung auch nur mit Wahrscheinlichkeit als die directen Stammeltern der Vögel bezeichnen zu können. — Eine diphyletische Abstammung ist gegenüber dem geologischen Auftreten der in Betracht kommenden Ordnungen im höchsten Grade unwahrscheinlich, bisher jedenfalls völlig unerwiesen.

Weshalb ich für eine monophyletische Abstammung eintrete, wird der folgende Abschnitt, namentlich das über die Entwickelung der Federn Gesagte, bringen, welcher zugleich auch den Versuch enthält, die nunmehr als Vogel erkannte *Archaeopteryx* in das System der Vögel einzureihen, bezüglich dasselbe zu revidiren und zu einem natürlichen zu gestalten.

V. Ueber die systematische Stellung von Archaeopteryx und das System der Vögel überhaupt.

Die ersten Versuche, *Archaeopteryx* dem System der übrigen Vögel einzureihen, datiren aus der Zeit, wo nur das Londoner Exemplar existirte und die nordamericanischen Odontornithen noch nicht aufgefunden waren. Haeckel hat das Verdienst, zuerst die Stellung im System für *Archaeopteryx* gesucht zu haben. Im Jahre 1866[3]) stellte er für dieselbe die Subclasse der *Sauriurae*[4]), der fiederschwänzigen Vögel, auf und diese der Gesammtheit der übrigen Vögel — der Subclasse der *Ornithurae* — gegenüber. Namentlich ist es die Bildung

[1]) Der Name *Ornithosceliden* wird von Wiedersheim nicht in dem von Huxley ursprünglich definirten Sinne gebraucht, wonach derselbe die *Dinosauria* und *Compsognatha* umfasst, sondern er ist hier mit *Ornithopoda* gleichbedeutend, wie aus einem früheren Aufsatz desselben Verfassers „Zur Palaeontologie Nord-America's“ (Biologisches Centralblatt. Jahrgang 1. pag. 369) hervorgeht.

[2]) Gegen die diphyletische Abstammung der Vögel hat sich auch Seeley (The Geological Magazine. 1881. pag. 307) ausgesprochen.

[3]) Generelle Morphologie. 1866. pag. CXXXIX.

[4]) Später hat Haeckel die Schreibweise „*Sauriurae*“ in „*Saururae*“ abgeändert.

des Schwanzes, „welchen die Ornithuren nur als Embryonen noch einige Zeit hindurch zeigen“, welche ihn zu dieser Abtrennung veranlasste, da er in ihr „lediglich die Abstammung der Vögel von den Reptilien bestätigt“ findet. Ein Jahr später gab Huxley[1]), wenigstens was die *Saururae* betrifft, dieselbe Eintheilung der Vögel. Er fügte zu den Merkmalen derselben noch hinzu, dass die Mittelhandknochen nicht verwachsen seien, und so ist diese Classification auch in sein später erschienenes Lehrbuch der Anatomie der Wirbelthiere übergegangen. — Nach der Entdeckung der Odontornithen America's handelte es sich nun darum, auch diese in das System aufzunehmen. Dies geschah in demselben Jahre (1879) sowohl von Haeckel, wie von Nicholson. Ersterer theilt nunmehr[2]) die Vögel in die 4 Ordnungen der *Saururae* (Urvögel), der *Odontornithes* (Zahnvögel), der *Ratitae* (Straussvögel) und der *Carinatae* (Kielvögel), nachdem letztere beiden Abtheilungen in der obenerwähnten Abhandlung von Huxley ihre festere Begründung erhalten hatten. Die von Haeckel gegebene Uebersicht der Ordnungen und Familien der Vögel, so weit sie hier in Betracht kommen, ist diese:

Ordnungen der Vögel.	Charaktere der Ordnungen.	Familien der Vögel.	Eine Gattung als Beispiel.
I **Urvögel** *Saururae*	Zähne im Schnabel. Langer Eidechsenschwanz (gefiedert). Brustbein mit Kiel.	1. *Protornithes*[3]) 2. *Archaeopteryges*	*Protornis* *Archaeopteryx*
II **Zahnvögel** *Odontornithes*	Zähne im Schnabel. Kurzer Büschelschwanz (gebüschelt). Brustbein ohne Kiel.	3. *Hesperornithes* 4. *Ichthyornithes*	*Hesperornis* *Ichthyornis*
III **Straussvögel** *Ratitae*	Keine Zähne im Schnabel. Kurzer Büschelschwanz (gebüschelt). Brustbein ohne Kiel.[4])		
IV **Kielvögel** *Carinatae*	Keine Zähne im Schnabel. Kurzer Fächerschwanz (gefächert). Brustbein mit Kiel.[4])		

Dass in diesem System die Stellung von *Ichthyornis* vollkommen verkannt ist, insofern ihm ein kielloses Brustbein zugeschrieben wird, hat wohl seinen Grund darin, dass Haeckel über diese Gattung damals die Mittheilungen Marsh's aus den Jahren 1875 und 1876 noch unbekannt waren. Jedenfalls hat Nicholson dieselben zu derselben Zeit schon benutzt und zu seinem System der lebenden und fossilen Vögel verwerthet. Er stellt[5]) folgende 4 Unterclassen auf:

I. *Ratitae.*
II. *Carinatae.*
III. *Saurornithes* mit der Ordnung der *Saururae.*
IV. *Odontornithes* mit den beiden Ordnungen der *Odontotormae* und *Odontolcae.*

[1]) On the classification of birds. — Proceedings of the zoological society of London. 1867. pag. 418; und: Anatomy of vertebrates (Uebersetzung von Ratzel. 1873. pag. 232).
[2]) Natürliche Schöpfungsgeschichte. 1879. pag. 553 ff.
[3]) Hypothetische Urvögel, welche durch die erste Abzweigung von den Reptilien entstanden sein sollen.
[4]) Die Familien- und Gattungsbeispiele auch hier anzuführen, ist unnöthig.
[5]) A manual of Palaeontology for the use of students. 1879. Vol. 2. pag. 254.

Es ist das Nicholson'sche System, wie man sieht, in keinem wesentlichen Punkte von dem Haeckel'schen verschieden, nur die Reihenfolge der Unterclassen weicht ab und die Einführung der von Marsh gegebenen Namen der Odontornithen-Ordnungen ist neu. — In seinem berühmten Werk[1]) über die Zahnvögel Nord-America's hat dann ein Jahr später ihr Entdecker, O. C. Marsh[1]), auch seine Ansichten über das System der Vögel ausgesprochen. Für ihn ist der Besitz von Zähnen das Hauptmoment der Eintheilung, und so stellt er den nichtbezahnten Vögeln, zu welchen also alle tertiären und lebenden Carinaten und Ratiten gehören, die Subclasse der *Odontornithes* (oder Aves dentatae) gegenüber. In dieser Unterclasse stehen die drei Ordnungen der *Odontolcae*, der *Odontotormae* und der *Saururae* nebeneinander; jedoch fügt der Verfasser hinzu, dass die *Saururae* durch ihren langen Schwanz und die unverwachsenen Metacarpalien weiter von den beiden übrigen getrennt sind, als diese unter sich. — Seine Charakteristik der genannten drei Ordnungen ist folgende:

Subclasse *Odontornithes* (oder *Aves dentatae*) Marsh.

Ordnung	*Odontolcae* Marsh	*Odontotormae* Marsh	*Saururae* Haeckel
Gattung	*Hesperornis* Marsh	*Ichthyornis* Marsh	*Archaeopteryx* von Meyer
Zähne	in Rinnen	in Alveolen	— ?
Unterkiefer	getrennt	getrennt	— ?
Wirbel	sattelförmig	biconcav	— ?
Flügel	rudimentär	gross	klein
Metacarpalia	fehlend	verwachsen	getrennt
Sternum	ohne Kiel	mit Kiel	— ?
Schwanz	kurz	kurz	länger als der Körper

Dies vorausgeschickt, kommt es zunächst darauf an, den Werth des Vorhandenseins und Fehlens von Zähnen zur Verwendung im System zu prüfen. Ganz davon abgesehen, dass in anderen Wirbelthierclassen Thiere mit Zähnen im System dicht neben zahnlosen stehen (*Pteranodon—Pterodactylus; Sauranodon—Ichthyosaurus; Ranidae—Bufonidae* etc.), so ist doch bei den Vögeln dieser Unterschied anscheinend von grösserer Bedeutung, da alle jurassischen und cretaceischen Vögel, deren Kiefer man kennt, Zähne besitzen, alle jüngeren nicht. Es frägt sich nun aber, ob das, was wir als Zähne der Vögel ansehen, in der That Gebilde sind, welche den Zähnen der übrigen Wirbelthiere genetisch und morphologisch ident sind, oder nicht. — Schon im Jahre 1821 hatte Geoffroy-Saint-Hilaire bei jungen Vögeln ein Zahnsystem zu entdecken geglaubt; Blanchard gelangte 1860 zu dem Resultat, dass die von ihm untersuchten, noch nicht ausgewachsenen Papageien in die Kiefer eingekeilte, aus Dentin bestehende Zähne hätten, dass also in der That ein echtes Zahnsystem bei ihnen vorhanden sei. — Fast zwanzig Jahre später hat Fraisse[2]) diese Untersuchungen fortgesetzt und über dieselben in der physikalisch-medicinischen Gesellschaft zu Würzburg am 13. December 1879 einen Vortrag gehalten, dem ich auch das oben über Geoffroy-Saint-Hilaire und Blanchard Gesagte entnommen habe. Fraisse untersuchte junge Sperlinge und Wellenpapageien und fand in der That Gebilde, welche wie Zähne aussahen, jedoch nach ihm kein Dentin besitzen, sondern aus umgewandelten Hornzellen gebildet sind. Das bestätigt Cuvier's Ausspruch, dass die Papillen in späteren Stadien von Horn bedeckt werden. Am Unterkiefer scheint es, dass der Knochen die Basis der Papillen umhüllt, dass also kleine Alveolen entstehen, welche auch Blanchard schon beobachtet hatte. Das Resultat der Fraisse'schen Untersuchungen ist, dass bei zwei weit von einander getrennten Ordnungen Hornzähne vorkommen, nämlich bei *Anas, Anser, Mergus* einerseits, bei *Melopsittacus* andererseits.

[1]) Odontornithes etc. 1880. pag. 187.

[2]) Ueber Zähne bei Vögeln. Vortrag, gehalten in der physikalisch-medicinischen Gesellschaft am 13. December 1879. Würzburg 1880.

Nach einer Discussion der Bezahnung der fossilen Vögel, in welcher eine Analogie zu den Beobachtungen an lebenden Vögeln gefunden wird, ist Verfasser geneigt anzunehmen, dass die von Marsh als Schmelzüberzug angesehene Substanz, welche sowohl den Zähnen von *Hesperornis* und *Ichthyornis* als auch (wie ich hier hinzufüge) denen von *Archaeopteryx* zukommt, kein eigentliches Email, sondern Verkalkung der Cutispapillen an ihrem äusseren Theile ist. Nachdem dann in dem Marsh'schen Werk über die Odontornithen der Nachweis geliefert wurde, dass bei den fossilen Vögeln (wenigstens bei *Hesperornis*) wirklich Dentin und Email vorhanden ist, hat Fraisse die eben erwähnte Deutung später zurückgezogen [1]).

Es ist nun recht schwer, sich aus diesen Beobachtungen einen Zusammenhang zwischen den fossilen Odontornithen und den späteren Anodontornithen, wenn ich der Kürze halber diese Bezeichnung gebrauchen darf, zu bilden. Sind die Odontornithenzähne wirklich in Follikeln gebildete, Dentin- und Email-besitzende Zähne, und sind die zahnartigen Gebilde der Anodontornithen wirklich eigenthümlich umgebildete Hornzellen, so läge die höchst auffallende und bemerkenswerthe Thatsache vor, dass die Vorläufer der jetzigen Vögel Organe besessen hätten, welche diese verloren haben, dass aber bei letzteren genetisch und morphologisch völlig anders aufzufassende Gebilde entstanden wären, welche zwar eine ähnliche Function hätten ausüben können, thatsächlich dies aber nicht gethan haben. Wir müssten danach eine Zwischenstufe zwischen beiden annehmen, in welcher die wirkliche Zahnbildung aufgehört hätte, die Hornzähne noch nicht entstanden wären, und wir kämen so zu einem weder mit dem einen noch mit dem anderen Organ versehenen Thier, also zu einem wirklich zahnlosen Vogel als Zwischenstufe. Ist nun an und für sich diese Vorstellung höchst unwahrscheinlich und reine Speculation, so spricht auch die Beobachtung nicht zu ihren Gunsten, dass der eocäne *Argillornis longipennis* Owen deutliche Alveolen zu besitzen scheint, also jedenfalls mit Organen der einen oder der anderen Art versehen war, während *Odontopteryx* allerdings bisher keine Alveolen im Kiefer gezeigt hat. Jedoch folgt daraus noch nicht, dass er sie nicht besass, sondern nur, dass sie an dem einen aufgefundenen Stück nicht beobachtet sind. — Man wird daher immer wieder unwillkürlich zu der Annahme gedrängt, dass die von Geoffroy-Saint-Hilaire zuerst beobachteten Gebilde doch der letzte Rest einer Eigenthümlichkeit sind, welche die Vorläufer der tertiären und posttertiären Vögel wohl entwickelt besassen. — Das logisch aus dem Beobachteten zu Entwickelnde gerieth also in Widerstreit mit den Behauptungen Fraisse's und, da es mir selbst nicht möglich war, durch selbst-angefertigte Praeparate oder auch nur durch einschlägige, erschöpfende Studien der Sache auf den Grund zu gehen, so wandte ich mich an Herrn Professor Dr. Gustav Fritsch mit der Bitte, über die Fraisse'schen Untersuchungen seine Ansicht auszusprechen. In dankenswerthester Bereitwilligkeit ist diese meine Bitte durch folgende Mittheilung erfüllt worden:

„Ihrem Wunsche, über die Dr. Fraisse'schen Angaben, Zahnbildung bei Vögeln betreffend, „von mir ein Urtheil zu hören, gebe ich gern Folge, wenn ich auch bisher nicht im Stande war, die „Untersuchungen nachzumachen.

„Auch ohne directe Nachuntersuchungen ist der Beweis zu führen, dass Dr. Fraisse's „Standpunkt unhaltbar ist. In der That hat er in der späteren Publication ja selbst das einzig „greifbare Resultat seiner Erörterungen, „es handle sich bei der Zahnbildung fossiler Vögel um ver„kalkte Papillen", wieder zurückgenommen. Abgesehen von diesem Widerruf ist seine Anschauung „über die Entstehung von dem, was er „echte" Zähne nennt, nicht in Uebereinstimmung mit „unseren heutigen Anschauungen über den Vorgang. Es ist unrichtig, dass die „echten Zähne" in „Follikeln (Zahnsäckchen) entstehen, sondern die Dentinkeime bilden sich in der That als papillöse „Wucherungen der Kieferanlage, die sich in längsgerichteter Furche der Kieferränder (Zahnfurche) „erheben. Erst im späteren Entwickelungsstadium bildet sich durch stärkere Wucherung der Epi-

[1]) Ueber Zähne und Zahnpapillen bei Vögeln. — Sitzung der naturforschenden Gesellschaft in Leipzig vom 1. März 1881. pag. 18.

„thelien (Schmelzkeim) und ihrer Unterlagen ein dichterer Abschluss jeder Zahnanlage, das soge-„nannte „Zahnsäckchen“ älterer Autoren darstellend. Die differenten Zahngewebe, Zahnbein und „Schmelz, entstehen erst in diesem Stadium als Producte specifischer Zellen, der Dentin-„zellen und Schmelzzellen (inneres Epithel des Schmelzorgans). Diese beiden Zelllagen sind also „gerade für „echte Zähne“ charakteristisch, die aber, wie ersichtlich, nur höhere Differenzi-„rungen der einfachen papillösen Anlage sind.

„Daraus folgt unmittelbar, dass in Furchen der Kieferränder geordnete, festere Wucherungen „des Gewebes in die Reihe der Zahnbildungen gehören, und es erst eine zweite Frage ist, bis zu „welchem Grade der Entwickelung diese Anlage fortschreitet.

„Die höchste Stufe der Ausbildung stellen unzweifelhaft die Formen dar, wo Zahnbein und „Schmelz durch die besonderen Zellen gebildet wird. Die Schmelzbildung stellt einen Petrificirungs-„process vollsaftiger Zellen in der Tiefe dar, und scheint, nach den analogen Vorgängen bei „Schmelzüberzügen auf Schuppen und Stacheln zu schliessen, ein dichterer Abschluss der Schmelz-„zellen von der Oberfläche wesentlich zu sein. Der Verhornungsprocess ist bekanntlich bei den „Epithelien sehr verbreitet und vollzieht sich an der Oberfläche.

„Die Hornbildung steht demnach in einem gewissen Antagonismus zur Schmelzbildung und „tritt vicariirend ein, wo letztere ausbleibt. An Zähnen ohne Schmelz, deren wir bekanntlich ver-„schiedene haben, kann der Verhornungsprocess den Zahnpapillen auflagernder Epithelien zur Bildung „von Hornzähnen führen, oder dieser Vorgang gewinnt so sehr an Mächtigkeit, dass ein gleich-„mässiger Hornüberzug der Kiefer (Vögel, Schildkröten) entsteht. Dieser excessiven Ausbildung „verhornender Schichten gegenüber werden sich die ursprünglichen Dentinkeimanlagen regressiv „verhalten müssen, und dieser Fall scheint mir beim Wellensittich vorzuliegen.

„Die Trennung von Hornzähnen und Schmelzzähnen bezeichnet also nur einen diffe-„renten Entwickelungsgang einer ursprünglich gleichen Anlage. Die Art der Befestigung „der Zähne ist so ausserordentlich variabel, dass darauf die Entscheidung über eine Grundfrage wie „die vorliegende gar nicht zu basiren ist. Die späte Ausbildung der Wurzel und der zugehörigen „Alveole bei den eingekeilten Zähnen ist schon der Beweis, dass wir bei frühen Entwickelungsstadien „auch in der Physiologie auf das Fehlen der Einfügung in den Kiefer gar keinen Werth zu legen haben.“

Auf diese Autorität gestützt glaube ich nunmehr die Art der Bezahnung der lebenden Vögel mit derjenigen der fossilen in einen näheren Vergleich bringen zu können. — Auch nach Fraisse bilden sich Alveolen in den Kieferrändern der von ihm untersuchten lebenden Vögel, welche sämmtlich zu den Carinaten gehören, und solche Alveolen besitzt auch *Ichthyornis* und *Archaeopteryx*.

Anders verhält sich *Hesperornis*, bei welchem nicht nur aus Dentin und Email zusammengesetzte Zähne, sondern auch ein Zahnwechsel, ähnlich dem der Mosasaurier und anderer Reptilien, nachgewiesen ist. Die Zähne von *Hesperornis* stehen in gemeinschaftlicher Kieferfurche, und solche Furchen hat Geoffroy-Saint-Hilaire bei einem eben dem Ei entschlüpften Strauss beobachtet, also bei einer Ratite, niemals sind sie bei Carinaten gesehen. Es wird weiter unten auszuführen sein, dass die beiden Stämme der Carinaten und Ratiten, soweit unsere bisherigen Beobachtungen reichen, getrennt neben einander herlaufen, und es ist daher leicht möglich, dass auch die Zahnbildung bei beiden eine verschiedene Ausbildung schon in frühester Zeit genommen hat, welche bei den Ratiten zur Entwickelung von Zähnen, die in gemeinsamer Rinne stehen, führte, von denen als letzter Rest die erwähnte Rinne im Kiefer junger Strausse übrig geblieben ist, welche aber andererseits bei den Carinaten in Alveolen eingekeilte Zähne entstehen liess.

Ist es nun aber nach der soeben mitgetheilten Ansicht Fritsch's ausser Zweifel, dass die von Geoffroy-Saint-Hilaire und den übrigen genannten Forschern beobachteten Gebilde in der That Zähne oder besser Zahn-

anlagen sind, so fällt damit die Schranke, welche bisher zwischen den praetertiären und den jüngeren Vögeln bestanden hat. Die Bezahnung behält nun nicht mehr die eminente Bedeutung für die Systematik der Vögel, welche ihr Marsh beilegt. Denn wenn die Zähne, welche bei den Odontornithen zeitlebens persistiren, auch bei jüngeren Vögeln im Embryo- oder im Jugendzustande vorhanden sind, so verhält es sich mit ihnen ebenso, wie mit den unverwachsenen Metacarpalien der *Archaeopteryx*, welche die postjurassischen Vögel auch nicht mehr besitzen; und man hätte diese Eigenschaft ebensogut dem System zu Grunde legen können, wie die Bezahnung. Auch stehe ich nicht allein, wenn ich dem Vorhandensein oder Fehlen von Zähnen oder zahnartigen Gebilden bei Vögeln nicht die erste Stelle bei Aufstellung eines natürlichen Systems einräume, denn unter Anderen hat auch Seeley in seiner Abhandlung über die Kreide-Vögel Englands betont, dass, wenn auch *Enaliornis* Zähne besessen haben sollte, man ihn doch den lebenden Schwimmvögeln anzureihen habe, und dass für ihn, mit Rücksicht auf die Verschiedenheit der Bezahnung von Monotremen und Edentaten, eine solche von *Enaliornis* nur generischen Werth habe[1]). Jedenfalls ist die Marsh'sche Eintheilung auf ein einziges Merkmal basirt und daher künstlich; denn wenn man die drei Ordnungen der Odontornithen auf ihre sonstigen Skeleteigenschaften hin ansieht, so findet sich, dass sie nach denselben Merkmalen wie die lebenden Vögel in zwei Unterclassen zerfallen, dass nämlich *Hesperornis* die Merkmale der Ratiten — ein kielloses Sternum und rudimentäre Vorderextremitäten — *Ichthyornis* und, wie ich noch zeigen werde, auch *Archaeopteryx* diejenigen der Carinaten — ein gekieltes Sternum und zum Fluge entwickelte Vorderextremitäten — besitzen. — Um aber zu zeigen, wie tiefeingreifend und einschneidend diese für die lebenden und postcretaceischen Vögel eingeführten Unterscheidungsmerkmale auch für die Systematik und ebenso, wie sich ergeben wird, für die Phylogenie des gesammten Vogelstammes sind, muss ich etwas weiter ausholen und auf die Entstehung der Vogelfeder eingehen.

Ueber diese Frage geben namentlich die Arbeiten meines Freundes, Professor Dr. Theophil Studer in Bern, Aufschluss; und ich hebe gern hervor, dass mich wiederholte Discussionen mit ihm über diese Fragen in den im Folgenden gegebenen Gedankengang geleitet haben. Ferner bin ich darin durch eine kurze Notiz Fürbringer's über Anatomie und Systematik der Vögel bestärkt und weitergeführt worden[2]), in welcher er sagt, dass er der Vertheilung der Vögel in die Hauptabtheilungen der *Carinatae, Ratitae* und *Odontornithes* nur mit Reserve folgen kann. Er ist geneigt, *Ichthyornis* und *Hesperornis* bei den ersten beiden Abtheilungen unterzubringen, ersteren vielleicht als Vorläufer der Lariden, letzteren als Ancestralen der Ratiten. Ueber *Archaeopteryx* spricht er sich wegen unzureichender Kenntniss derselben nicht genauer aus, ist aber geneigt, sie für eine Proto-Carinate zu halten. Es wird sich zeigen, wie sehr er darin Recht hat. Die Fürbringer'sche Notiz ist nur ein kurzes Resumé des Resultates von Untersuchungen, welche in einem grösseren Werk später ausführlich gegeben werden sollen, und ich weiss daher nicht, auf welche Beobachtungen und Ueberlegungen hin er die Trennung der Marsh'schen Odontornithen vorgenommen hat. Um so erfreulicher ist es, dass auch ich zu genau demselben Ergebniss in vollster Unabhängigkeit gekommen bin. — Es ist nämlich nicht nur der Bau des Skeletes, welcher die Carinaten und die Ratiten in oft angeführter Weise trennt, sondern es ist auch das Organ, welches dem Laien vornehmlich den Vogel als solchen kenntlich macht — die Feder. — Ihre Entstehung ist nach Th. Studer[3]) folgende. In den ersten Stadien ist die Feder eine Papille der

[1]) Quarterly journal of the Geological society of London. Bd. 32. 1876. pag. 510.

[2]) Koninklijke Akademie van Wetenschappen te Amsterdam, Afdeeling Natuurkunde. Zitting van 30. Juni 1883.

[3]) Th. Studer. Die Entwickelung der Federn. Inaugural-Dissertation. Bern 1873.

Derselbe. Beiträge zur Entwickelungsgeschichte der Feder. — Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie. Bd. 30 pag. 421 ff. t. 25, 26.

Derselbe. Ueber die Bildung der Federn bei dem Goldhaarpinguin und Megapodius. — Actes de la 60e session de la société helvétique des sciences naturelles. Bex. Août 1877. pag. 240 ff. — Eine Abhandlung von Pernitza über denselben Gegenstand war mir nicht zugänglich. Da dieselbe aber zu denselben Resultaten gelangt, wie die Studer'schen Untersuchungen, und ausserdem nur die Embryonalfeder behandelt, so konnte sie leichter entbehrt werden.

Cutis, welche sich dann zugleich nach oben erhebt und nach unten in die Haut einsenkt. In der so entstandenen Tasche entsteht die Spule der Embryonaldune, deren Strahlen zuerst von einer Hornhülle umgeben sind, welche noch im Embryo abgestossen wird. Verlässt der Vogel das Ei, so ist er mit diesen Embryonaldunen besetzt, die aus einer Spule und aus einer Anzahl von pinselförmig gestellten Strahlen bestehen, welche letztere wieder kleine, zweireihig gestellte feine Härchen (Cilien) tragen oder einfache, platte, hornige Fäden darstellen. Die Embryonaldune ist also bei allen Vögeln, wenn man von der verschiedenen Länge der einzelnen Strahlen und der verschiedenen Besetzung derselben mit Cilien absieht, worauf es namentlich hier nicht weiter ankommt, ein aus Spule und Strahlen zusammengesetzter, pinselartiger Körper[1]). — Ein zweites Stadium der Federentwickelung ist in der definitiven Dunenfeder erreicht. Hier hat sich ein weicher Schaft ausgebildet, von welchem nach zwei Seiten Strahlen abgehen. Diese Strahlen haben wieder beiderseits kleinere Aeste und diese können endlich Cilien tragen. Dieses zweite Stadium lässt sich aus dem ersten derart entwickeln, dass sich einer der Pinselstrahlen über die übrigen erhebt und diese letzteren nicht mehr von einer Basis ausgehen, sondern sich nun an den zum Schaft gewordenen Hauptstrahl seitlich ansetzen, ihrerseits Aeste und diese wieder Cilien bekommen. Diese definitiven Dunenfedern besitzen wiederum sämmtliche Vögel, bei den Carinaten liegen sie als Kälteschutz unter den Conturfedern, bei den Ratiten persistiren sie allein das ganze Leben hindurch. Die Straussen-, die Casuar- oder die *Dinornis*-Feder ist mit ihrem weichen Schaft, mit den weit von einander stehenden Strahlen und mit den nicht in enge Verbindung tretenden Aesten derselben genetisch und morphologisch nichts Anderes, als die definitive Dunenfeder der Carinaten. Das aber ist von grösster Wichtigkeit für die Beurtheilung der Phylogenie beider Abtheilungen, denn man muss daraus folgern, dass die Ratiten Vögel sind, denen niemals ein Flugvermögen zugekommen ist. Mit einem solchen müssten sie auch Conturfedern, wie sie die Carinaten haben, besitzen, es müsste wenigstens die Anlage derselben vorhanden sein. Davon aber ist nichts beobachtet, und damit, dass die Ratiten niemals Flugvermögen besessen haben, stehen die Eigenschaften ihres Skelets, welche sie von den Carinaten trennen, im engsten Zusammenhang. Sehr treffend bemerkt C. Vogt[2]), dass die Verkümmerung der Flügel eine später erworbene ist. Man muss mit ihm annehmen, dass der einfingerige Flügel des Strausses aus einem mehrfingerigen durch Reduction hervorgegangen ist, gleichwie der Flügelstummel von *Apteryx* und *Hesperornis*. Der Stammvater der Ratiten wird sicher eine mehrfingerige Vorderextremität besessen haben, die durch Nichtgebrauch verkümmerte, ähnlich wie die Stummelfüsse der schlangenähnlichen Saurier und der Peropoden unter den Schlangen, ähnlich wie die rudimentäre Beckenanlage bei Cetaceen und Sirenen, ähnlich wie die Hinterextremitäten bei *Siren* und dergleichen mehr. Umgekehrt aber kann man sich, ohne der Natur Gewalt anzuthun, nicht vorstellen, dass die Ratiten zum Fluge geeignete Vorderfüsse und damit auch Conturfedern besessen und dieselben später eingebüsst hätten. Dafür ein analoges, wirklich beobachtetes Beispiel aufzufinden, würde schwer sein. — Auch Marsh nimmt an, dass *Hesperornis* ein carnivorer, schwimmender Strauss war, nachdem er sowohl am Schädel, am Schultergürtel, am Becken und an der Hinterextremität die Analogieen zwischen ihm und den Ratiten auseinandergesetzt hat. In Bezug auf die Details ist auf Marsh's Werk zu verweisen und hier nur hinzuzufügen, dass auch der Schwanz durch seine spitze Endigung und den Mangel eines grossen Pygostyls, an welches sich bei den Carinaten die Steuerfedern ansetzen, mehr dem der Ratiten als der Carinaten gleicht. Was *Hesperornis* an Eigenschaften besitzt, die ihn von den Ratiten trennen, das hat er sich durch sein Leben im Wasser erworben; alle diese Merkmale finden sich bei Wasservögeln, namentlich bei *Podiceps* und *Colymbus* wieder. Es mögen hier Marsh's Worte eingeschaltet werden, welche seine

[1]) In seiner Inauguraldissertation hatte Studer geglaubt annehmen zu müssen, dass es zwei verschiedene Arten von Embryonaldunen bei den Carinaten giebt, die echte Pinseldune und eine zweite, der definitiven Dune ähnliche, welche den Wad- und Schwimmvögeln zukommen sollte. In der Arbeit über die Pinguin-Federn ist diese Ansicht aufgegeben und der Nachweis geführt, dass auch diese Vögel zuerst Pinseldunen besitzen.

[2]) Westermann's Illustrirte Monatshefte. Bd. 45. 1879. pag. 238.

Ansicht über diese Frage aussprechen[1]): „The struthious charakters, seen in *Hesperornis*, should probably be regarded as evidence of real affinity, and in this case *Hesperornis* would be essentially a carnivorous, swimming Ostrich. The diminutive wings and very large posterior extremities would then have been acquired on land, by the same means that have given similar charakters to the *Ratitae*, and subsequently have been adapted to an aquatic life. Against this view, the carnivorous charakter of *Hesperornis* would be no valid objection. The long neck and peculiar jaws and teeth would be equally effective in seizing prey on the land, and many of the herbivorous contemporaries would doubtless have been easy victims. This would be precisely analogous to what we have among the corresponding groups in the Dinosaurs. — There is to-day no evidence that any of the Struthious birds, or their ancestors, ever possessed the power of flight, although this is generally assumed. The case is even stronger with *Hesperornis*, as this genus stands much nearer the ancestral type, both in structure and in time. The absence from the sternum of any trace of a keel is alone strong proof against flight; the peculiar Dinosauroid union of the scapula and coracoid, unlike that of any volant bird or reptile, confirms this; and other testimony bearing in the same direction is not wanting." — In ganz demselben Sinne spricht sich auch Seeley aus[2]), wenn er sagt: „In this view Struthious birds, far from being a degenerate group which has lost their wings, would be a primitive group which had not reached active flight. But the *Ratitae* have far too much in common with carinate birds to permit a suspicion that they have originated in a fundamentally different way from a different stock." — Auf den letzteren Satz komme ich weiter unten nochmals zurück; soviel steht aber fest, dass sowohl Marsh wie auch Seeley annehmen, dass die Ratiten ein Flugvermögen niemals besessen haben, wie ich das oben aus dem Skeletbau und namentlich der Befiederung herzuleiten versucht habe.

Nach einer neuerdings von Marsh gemachten Entdeckung[3]) scheint es, als wenn man den Stamm der Ratiten noch weiter zurück verfolgen könnte, denn in den der oberen Juraformation zugerechneten *Atlantosaurus*-Beds von Wyoming wurde das Fragment des Hinterhauptes eines Vogels *(Laopteryx prisca)* gefunden, von welchem er angiebt, dass es in seinen wesentlichen Merkmalen mehr dem Schädel der Ratiten gleiche als irgend einem anderen existirenden Vogel.

Dem Stamm der Ratiten steht, bis jetzt durch kein Verbindungsglied vermittelt, der Stamm der Carinaten gegenüber, und zwar äusserlich vorerst und vor Allem durch den Besitz der Conturfeder, der eigentlichen Penna. Wenn man sich die Radien der definitiven Dunenfeder als schmale Blättchen, senkrecht zur Längsaxe des Schaftes ganz nahe an einander gerückt denkt und ferner die Eigenschaft hinzurechnet, dass die kleinen Ramuli dieser Blättchen auf der einen Seite des Radius feine Häkchen bekommen, welche sich an den Nachbarradius anklammern, so entsteht aus der Dunenfeder die Conturfeder, und letztere allein ist geeignet, den Widerstand der Luft durch die festere Verbindung ihrer Fahnentheile und einer damit stets im Zusammenhang auftretenden grösseren Stärke und Festigkeit des Schaftes zu überwinden und dem Vogel, natürlich nur zugleich mit manchen anderen Eigenschaften des Skelets und der inneren Organisation, das Flugvermögen zu verschaffen. Diese Conturfeder[4]) kommt allen Carinaten ohne Ausnahme zu, gleichgiltig ob sie ihr Flugvermögen benutzen, oder nicht, wie die Dronte, der Solitaire und andere. Immer tritt die Conturfeder mit einem gekielten Sternum auf und in den weitaus meisten Fällen auch mit einer wohlentwickelten, langen Vorderextremität, die nur bei einigen durch Nichtgebrauch verkümmert ist, oder sich bei anderer Verwerthung, wie

[1]) Odontornithes pag. 114.

[2]) The Geological Magazine 1881. pag. 307.

[3]) O. C. Marsh. Discovery of a fossil bird in the Jurassic of Wyoming. — American journal of science. Vol. 21. 1881. pag. 341.

[4]) Es ist wohl kaum nöthig hier anzuführen, dass die verschiedenen Abänderungen, die die Conturfedern bei vielen Carinaten als Schmuckfeder, oder bei den Pinguinen z. B. als Flossenfeder erleiden, hier nicht in Betracht kommt, da es sich nur um den Typus der Feder handelt.

bei den Pinguinen, zum Schwimmen angepasst hat. Wir sind daher nach unseren jetzigen Erfahrungen berechtigt, einem Vogel, der ein gekieltes Sternum besitzt, Conturfedern, und umgekehrt, einem Vogel, der Conturfedern besitzt, ein gekieltes Sternum zuzuschreiben. Das Sternum von *Archaeopteryx* kennen wir noch nicht; nach dem, was oben (cfr. pag. 53 [169]) darüber gesagt wurde, müssen wir annehmen, dass es nur klein war; aber auch, wenn es sich herausstellen sollte, dass es den Grad der Entwickelung wie bei den später erscheinenden Vögeln noch nicht erreicht hat, so muss es doch einen Kiel, wenigstens in der Anlage, besessen haben, weil *Archaeopteryx* deutlich entwickelte Conturfedern besitzt. Ja, ich würde keinen Augenblick zaudern anzunehmen, dass, falls man an *Archaeopteryx* ein anscheinend kielloses Sternum auffinden sollte, die Carina nicht verknöcherte, sondern nur als Knorpel vorhanden gewesen und deshalb nicht mehr erkennbar ist, ehe ich an ihr völliges Nichtvorhandensein glauben könnte. Die Conturfedern weisen der *Archaeopteryx* ihren Platz unzweifelhaft bei den Carinaten an und lehren uns deren bisher ältesten Vertreter kennen. Auf *Archaeopteryx* folgt dann in der Kreideformation *Ichthyornis*, der in seinem Skeletbau *Archaeopteryx* mit den postcretaceischen Carinaten verbindet. Mit der älteren Form hat *Ichthyornis* die biconcaven Wirbel und die in Alveolen stehenden Zähne gemeinsam, mit den späteren die verschmolzenen Metacarpalien mit reducirter Phalangenzahl und die Reduction der Schwanzwirbelsäule, deren Ende zu einem wohlentwickelten Pygostyl umgebildet ist.

Somit kann man, falls *Laopteryx* in der That eine Ratite war, zwei Stämme der Vögel parallel neben einander herlaufend von der Jetztzeit bis zur Juraformation zurückverfolgen: die posteretaceischen Ratiten über *Hesperornis* zu *Laopteryx*, und die posteretaceischen Carinaten über *Ichthyornis* zu *Archaeopteryx*. — Beide stehen sich anscheinend unvermittelt gegenüber, und man müsste danach annehmen, dass die Wurzeln dieser Stämme in verschiedenen Thieren zu finden seien. Jedoch lehren wiederum die Untersuchungen über die Federn, als Prüfstein auf das biogenetische Grundgesetz angewendet, dass beide Stämme von einer Wurzel ausgegangen sind, denn die Carinaten besitzen auch definitive Dunenfedern unter ihren Conturfedern. Daraus würde weiter zu schliessen sein, dass sich die Carinaten erst durch Ausbildung der Conturfedern von den Ratiten abgetrennt haben. Dass aber beide nach dem erwähnten Gesetz von einer Wurzel ausgegangen sind, wird wohl dadurch jedem Zweifel entzogen, dass die embryonale oder Pinseldune bei Carinaten und Ratiten vollkommen ident ist.[1])

Aus dem oben Gesagten ergiebt sich folgendes natürliche System:

Classe **Aves.**

Körper mit Federn bedeckt, und zwar zuerst mit Embryonal- oder Pinseldunen.

Unterclasse: *Ratitae.*	Unterclasse: *Carinatae.*[2])
Beim ausgewachsenen Thier nur Dunenfedern vorhanden. Sternum ohne Kiel. Vorderextremität verkürzt oder rudimentär. Ohne Flugvermögen. Zähne in einer Rinne.	Beim ausgewachsenen Thier Dunen- und Conturfedern vorhanden. Sternum mit Kiel. Vorderextremität wohlentwickelt. Mit Flugvermögen. Zähne in Alveolen.
1. Ungenügend gekannte Ordnung.	1. *Saururae* Haeckel.
Laopteryx. — Jura.	Wirbel biconcav. Metacarpalia unverwachsen. Phalangenzahl voll. Schwanz lang, am Ende nicht zum Pygostyl umgebildet.
	Archaeopteryx. — Jura.

[1]) Man könnte nun noch weiter gehen und die erste Anlage der Feder, welche der einer Schuppe völlig gleich ist, als Brücke zu den schuppentragenden Reptilien benutzen. Das ist unterlassen, weil es hier nur darauf ankam, das System der Vögel zu verfolgen. — Wo sich die Feder, wenn auch nur als Pinseldune, zuerst entwickelte, da haben wir den Anfang der warmblütigen Sauropsiden (oder mit der neuerdings von Owen vorgeschlagenen Bezeichnung der Abranchiaten), also der Vögel zu suchen. — Die Feder war zuerst zum Wärmeschutz da, erst später wurde sie zum Flugorgan umgebildet.

[2]) Die Vogelreste aus der Kreideformation Böhmen's und England's sind noch zu ungenügend bekannt, um sie jetzt schon in das System aufnehmen zu können. Wahrscheinlich wird man für sie neue Ordnungen errichten müssen.

2. *Odontolcae* Marsh.
Unterkieferäste getrennt. Flügel rudimentär (nur aus dem Humerus bestehend). Wirbel mit sattelförmigen Gelenkflächen. Kein Pygostyl.
Hesperornis. — Kreide.

3. Postcretaceische Ratiten.
Ausgewachsen zahnlos. Unterkieferäste in mittlerer Symphyse verwachsen. Wirbel mit sattelförmigen Gelenkflächen. Flügel rudimentär, aber noch aus Oberarm, Unterarm und rudimentärer Hand bestehend.
Ratiten der Tertiärzeit, des Diluviums und der Jetztzeit.

2. *Odontotormae* Marsh.
Unterkieferäste getrennt. Wirbel biconcav. Metacarpalia verwachsen, Phalangenzahl reducirt. Schwanz kurz, am Ende zum Pygostyl verwachsen.
Ichthyornis. — Kreide.

3. Postcretaceische Carinaten.
Ausgewachsen meist zahnlos[1]). Unterkieferäste in mittlerer Symphyse verwachsen. Wirbel mit sattelförmigen Gelenkflächen. Flügel wohlentwickelt. Metacarpalia verwachsen, Phalangenzahl reducirt. Schwanz kurz, am Ende zum Pygostyl verwachsen.
Carinaten der Tertiärzeit, des Diluviums und der Jetztwelt.

So ist dasselbe Resultat erzielt, welches Marsh am Schluss seines oft citirten Werkes mit folgenden Worten (pag. 189) ausdrückt: „The birds would appear to have branched off by a single stem, which gradually lost its reptilian characters as it assumed the ornithic type, and in the existing *Ratitae* we have the survivors of this direct line. The lineal descendants of this primal stock doubtless early attained feathers and warm blood, but, as already shown (pag. 114), never acquired the power of flight. The volant birds doubtless separated early from the main avian stem, probably in the Triassic, since, in the formation above, we have *Archaeopteryx*, with imperfect powers of flight."

Was Marsh hier gewissermaassen als Ansicht oder als Gedanken ausspricht, habe ich weiter zu begründen versucht, allerdings unter Aufgabe seines Systems, das nur auf dem Vorhandensein von Zähnen beruht. Dass im Gegentheil gerade aus der Verschiedenheit der Bezahnung von *Ichthyornis* einerseits, *Hesperornis* andererseits noch weitere Unterscheidungsmerkmale zwischen Ratiten und Carinaten abzuleiten sind, habe ich oben (pag. 74 [190]) auseinandergesetzt.

Schliesslich sei noch einmal hervorgehoben, dass die beiden, jetzt schon bis zur Juraformation zurückverfolgbaren Stämme der Ratiten und Carinaten in ihren beobachteten Anfängen sehr scharf von einander geschieden sind und man in Folge dessen die Zeit, wo der gemeinsame Stammvater beider existirt hat, in geologisch noch bedeutend ältere Perioden zurückverlegen muss. Mögen einzelne der Fussspuren, die man seit lange namentlich aus der Trias von Connecticut kennt, in der That von Vögeln herrühren oder nicht, jedenfalls muss man das geologische Alter der Vögel als ebenso bedeutend ansehen, wie das der Dinosaurier, und man kann schon aus diesem Grunde die letzteren nicht als die Stammeltern der ersteren ansprechen, will man dem bisher Beobachteten und den aus dem Beobachteten zu ziehenden Schlussfolgerungen Rechnung tragen.

Wenn nun auch der in vorliegender Abhandlung gebotene Beitrag zur Kenntniss der *Archaeopteryx* und zur Beurtheilung ihrer Stellung im System, sowie anderer sich unmittelbar daran anknüpfender Fragen noch lückenhaft, unvollständig und schon aus diesem Grunde sicher noch mancher Berichtigung benöthigt ist, so lässt der Gedanke doch ein gewisses Gefühl der Befriedigung entstehen, wie es der günstigen Erhaltung nur zweier sich theilweis ergänzender Exemplare zu danken ist, dass die Kenntniss dieses in so verschiedener Richtung wichtigen Thieres schon einen verhältnissmässig hohen Grad der Vollständigkeit hat erreichen können. — Mögen in nicht zu langer Zeit neue Funde die noch vorhandenen Lücken ausfüllen!

[1]) Bei *Argillornis longipennis* sind Zahnalveolen beobachtet.

Inhaltsverzeichniss.

Seite

I. Einleitung und Historisches . . . . . 3—7

II. Beschreibung des in der Berliner Sammlung befindlichen Exemplars . . . . . 8—42

1. Lage und Erhaltung . . . . . 8—10

2. Beschreibung des Skelets . . . . . 10—38

Der Kopf pag. 10; die Wirbelsäule pag. 17; der Schultergürtel pag. 23; die Vorderextremitäten pag. 28; das Becken pag. 33; die Hinterextremitäten pag. 35.

3. Das Federkleid . . . . . 38—42

III. Vergleich der beiden Individuen von Archaeopteryx untereinander . . . . . 42—45

IV. Die Beziehungen von Archaeopteryx zu Reptilien und Vögeln . . . . . 45—70

1. Kopf pag. 46; 2. Wirbelsäule und Rippen pag. 47; 3. Schultergürtel pag. 53; 4. Vorderextremität pag. 53; 5. Becken pag. 60; 6. Hinterextremität pag. 61.

V. Ueber die systematische Stellung von Archaeopteryx und über das System der Vögel überhaupt 70—79

Erklärung der Tafel I [XV].

Archaeopteryx macrura R. Owen.

Exemplar der Berliner Sammlung in nahezu natürlicher Grösse. — Der Lithographie wurde eine Photographie zu Grunde gelegt, welche um ein Weniges kleiner als das Original ist. Der Unterschied beträgt z. B. für den Abstand der beiden äussersten Flügelspitzen von einander kaum 1 cm, so dass der Gesammteindruck des Bildes nicht verändert wird.

SMITHSONIAN INSTITUTION LIBRARIES
3 9088 00359162 5
nhbird qQE872.A8D18
Ueber Archaeopteryx /